Biología

ES.6







PARTE I | HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO



PARTE II | HOMEOSTASIS EN OTROS ORGANISMOS


11
12
13
14



I HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

Viernes, sábado, domingo... Toda oportunidad es buena para bailar hasta agotarse.

Aunque parece que solo es cuestión de "mover el esqueleto", muchos fenómenos ocurren simultáneamente en el interior del organismo.

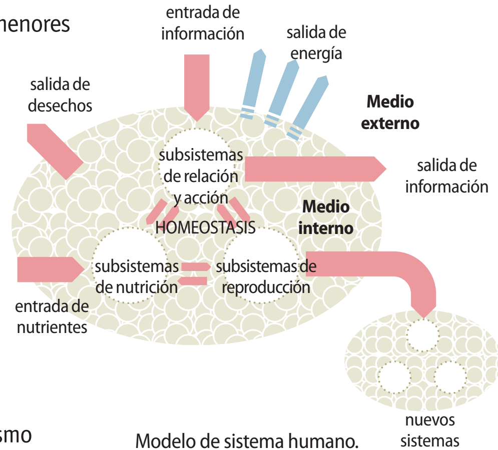
Mientras los chicos y las chicas bailan, 15 músculos de la cara se contraen cada vez que ríen; las frecuencias cardíaca y respiratoria se incrementan; aumenta la presión sanguínea; reciben miles de estímulos que sus cerebros transforman en sensaciones y respuestas; en sus células se activan reacciones químicas y los desechos de éstas se liberan con la transpiración y la respiración; se forman y destruyen alrededor de 2 millones de glóbulos rojos por segundo; y por los riñones se filtran litros y litros de sangre mientras la orina se acumula en la vejiga.

Asimismo, desde su nacimiento hasta el momento en que les tomaron la foto bailando, cada uno de los jóvenes inspiró y espiró aproximadamente 126 millones de veces y por sus pulmones circularon 63 millones de litros de aire.

El organismo humano puede estudiarse como un conjunto de estructuras organizadas y relacionadas entre sí, es decir, como un **sistema**. Éste, a su vez, está formado por sistemas menores que pueden considerarse y analizarse como **subsistemas**.

Además de su composición, el organismo posee un funcionamiento o **dinámica**. Al analizar sus funciones, éste actúa como un **sistema abierto**, ya que se relaciona en forma permanente con el medio externo. Esta relación está dada por los intercambios, transformaciones y flujos de materia, energía e información, que realiza el sistema con el entorno.

El ingreso y las transformaciones de nutrientes permiten la **autoconstrucción** del organismo y la obtención de energía. A su vez, la regulación y el control de la información favorecen su **relación** con el entorno y la **acción** sobre el medio exterior. Por último, la **reproducción** promueve la continuidad de la humanidad a través del tiempo. Así, la interacción entre todos estos procesos mantiene en **equilibrio** el organismo o **sistema humano**.



Modelo de sistema humano.

Los cambios en el medio externo e interno son uno de los principales problemas que enfrenta el organismo para mantener su **autoorganización**.

Las células del cuerpo solo pueden tolerar pequeños cambios en las condiciones externas e internas. Sin embargo, en el organismo actúan procesos de control que mantienen relativamente constantes las condiciones del medio interno u **homeostasis**.

El equilibrio de las condiciones internas es **dinámico**. Es decir, si bien puede haber pequeñas fluctuaciones, el organismo reestablece continuamente la homeostasis.

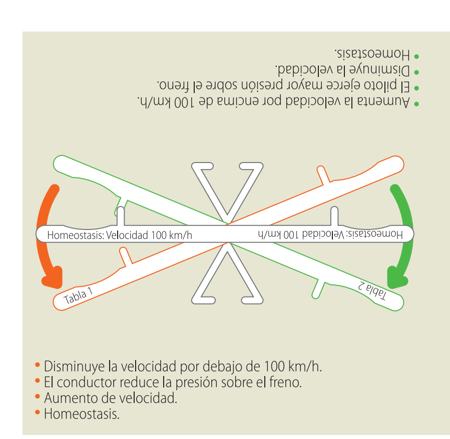
Aquellas actividades por los cuales el organismo mantiene el equilibrio del medio interno, reciben el nombre de **procesos de retroalimentación** o **feedback**. Estos procesos homeostáticos se producen en todos los sistemas del cuerpo y pueden ser de dos tipos:

- retroalimentación negativa; o
- retroalimentación positiva.

Los procesos de **retroalimentación negativa**, se caracterizan por contrarrestar los cambios, y reestablecer las condiciones del medio interno. Es decir, operan por inhibición de procesos y constituyen la mayoría de los procesos homeostáticos del organismo.

En cambio, los procesos de **retroalimentación positiva** estimulan y amplifican cambios en el medio interno; pero, en ciertas ocasiones, este tipo de procesos puede llevar al desequilibrio y la muerte del organismo.

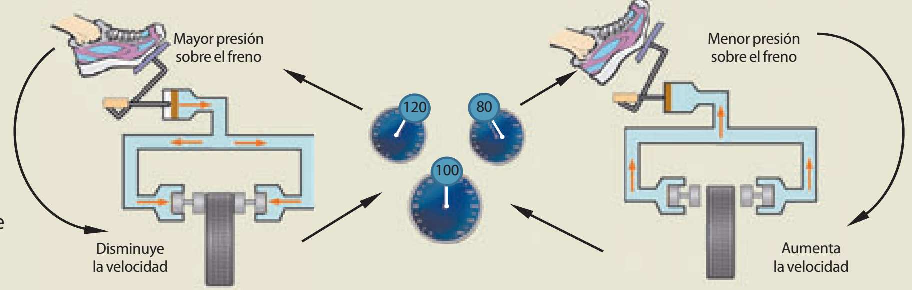
Para comprender la acción de los procesos de retroalimentación negativa, podemos analizar la composición y funcionamiento de un sistema automático con la estructura y dinámica de un organismo humano.



En el ejemplo del auto, el aumento de la velocidad inhibe la posibilidad de acelerar aún más el móvil.

Proceso de retroalimentación negativa

Supongan un sistema formado por un auto y un piloto. El auto está programado para aumentar su velocidad en forma constante, pero el sistema debe mantenerla a 100 Km/h (punto de referencia). Cuando el velocímetro indica una disminución de la velocidad por debajo del punto de referencia, el conductor reduce la presión sobre el freno y aumenta la velocidad hasta alcanzar el nivel preestablecido. En cambio, cuando la velocidad supera los 100 Km/h, el piloto presiona el freno y disminuye la velocidad hasta llegar al punto de referencia.

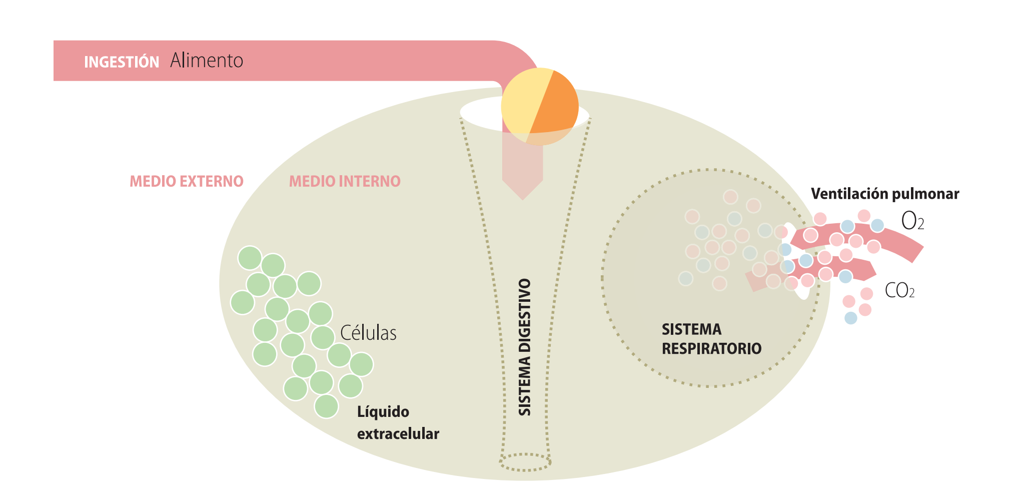


PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

1 OBTENCIÓN DE LOS NUTRIENTES

Los nutrientes y la nutrición

La alimentación de los seres humanos consiste en un conjunto de acciones que comprende la selección y preparación de los alimentos para su **ingestión** a través de la boca. Los alimentos contienen muchos de los **nutrientes** que el organismo humano usa en su construcción y en la realización de actividades. El oxígeno también es un nutriente y se incorpora a través de la **inspiración**, proceso que forma parte de la **ventilación pulmonar**.



Inspiración
Sistema respiratorio
Ventilación pulmonar
Ingestión
Hematosis
Espiración
Sistema digestivo
Oxígeno
Nutrición
Nutrientes
Citoplasma y organoides
ARN
Organismo humano
Homeostasis
Agua
Membrana plasmática
Células
Núcleo
ADN
Transporte pasivo
Transporte activo

El agua, el oxígeno y los nutrientes que aportan los alimentos, constituyen las materias primas del proceso de **nutrición** del organismo.

Habitualmente denominamos **dieta** a una forma especial de alimentación vinculada con la reducción de la cantidad de alimentos o con el consumo de determinados productos "bajos en calorías", con el objetivo de disminuir el peso corporal.

Sin embargo, una **dieta alimentaria** comprende la cantidad y la composición de los alimentos que una persona ingiere diariamente.

Según las proporciones requeridas por nuestro organismo y los procesos en los que intervienen, los nutrientes se pueden clasificar en:

- **macronutrientes**: son aquellos nutrientes que el organismo requiere en mayor cantidad porque aportan la materia y la energía que intervienen en el crecimiento, el funcionamiento y el mantenimiento de la estructura del cuerpo. El agua, el oxígeno, los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos son macronutrientes.

- **micronutrientes**: son aquellos nutrientes que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos. La mayoría no puede ser sintetizado por el organismo. No aportan energía pero son fundamentales en la regulación de las actividades celulares del organismo. Los minerales y las vitaminas son micronutrientes.



1. Consigan envases de aquellos alimentos que consumen habitualmente.
2. Busquen en las etiquetas información sobre su composición química y valores nutritivos.
3. Calculen el porcentaje de micro y macronutrientes que aporta al organismo cada alimento.
4. ¿Qué tipo de alimentos aportan más macronutrientes que otros?
5. ¿Cuáles aportan más micronutrientes que el resto?


TABLA NUTRICIONAL EXPRESADA EN VALORES PROMEDIO

Información Nutricional/ Informação Nutricional	Por cada 100g (25 galletitas)	Porción/Porção 40g (10 galletitas)	*%DDR/40g %VD/40g
Valor energético/Valor calórico(kcal)	434	174	6.9
Fibras Totales/Fibra alimentar(g)	2.7	1.1	3.7
Fibras Solubles(g)	1.0	0.40	-
Fibras Insolubles(g)	1.7	0.70	-
Proteínas(g)	10	4.0	8.1
Hidratos de Carbono/Carboidratos(g)	72	29	7.7
Sodio/Sódio(mg)	631	252	10.5
Materias grasas/Gorduras Totais(g)	11	4.6	5.8
Acidos Grasos Saturados(g)	5.5	2.2	8.8
Colesterol(mg)	11	4.6	1.5

*Dosis diaria recomendada / Valores diarios de referencia: para una dieta base de 2500 Kcal / Valores diários de referência com base em uma dieta de 2500 Kcal. Cantidad de porciones por

Estructura de los macronutrientes

Así como usamos el abecedario y las palabras para nombrar personas, describir objetos, definir conceptos y expresar sentimientos, en ciencias se usan letras para denominar sustancias y explicar su composición química.

Todos los **elementos químicos** se simbolizan mediante letras. Algunos se representan con una sola letra; otros con dos.

Cuando se representan con una sola letra, ésta se escribe siempre con mayúscula. Por ejemplo, **C** (carbono), **O** (oxígeno), **H** (hidrógeno) o **N** (nitrógeno).

Cuando se simbolizan con dos letras, la primera se escribe con mayúscula y la segunda con minúscula. Por ejemplo, **Cl** (cloro), **Ca** (calcio), **Na** (sodio) o **Fe** (hierro).

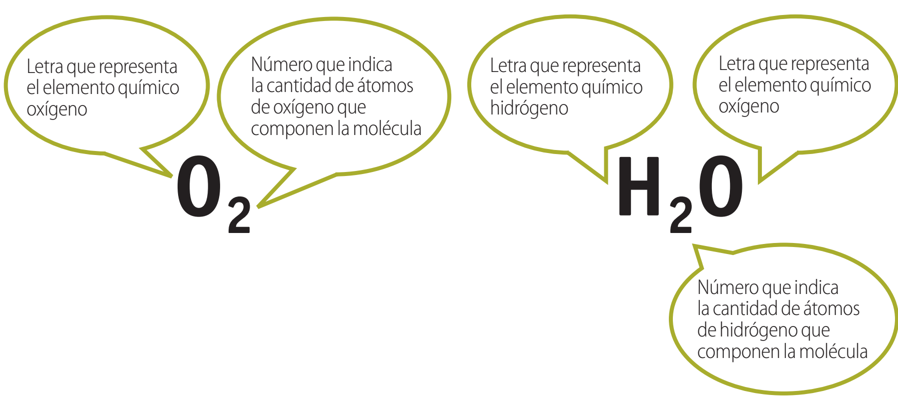
Cada **sustancia** está compuesta por un tipo específico de partículas. Esas partículas pueden ser moléculas, átomos o iones.

Las **moléculas** son partículas formadas por otras de menor tamaño llamadas **átomos**. Las moléculas, entonces, son agrupaciones de átomos compuestas por, al menos, dos de ellos. Los **iones** son partículas con carga eléctrica positiva o negativa.

Las **sustancias** y otros materiales se representan mediante fórmulas y modelos gráficos.

OXÍGENO Y AGUA

El oxígeno y el agua son sustancias compuestas por moléculas. La molécula de la sustancia oxígeno está conformada por dos átomos del mismo elemento químico. La molécula de la sustancia agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Las fórmulas moleculares de estas sustancias se simbolizan:



Modelos científicos	Modelos escolares
Fórmula molecular del oxígeno O_2 Modelo gráfico de la molécula de oxígeno O O	Modelo escolar de la molécula de oxígeno

Modelos científicos y modelos escolares

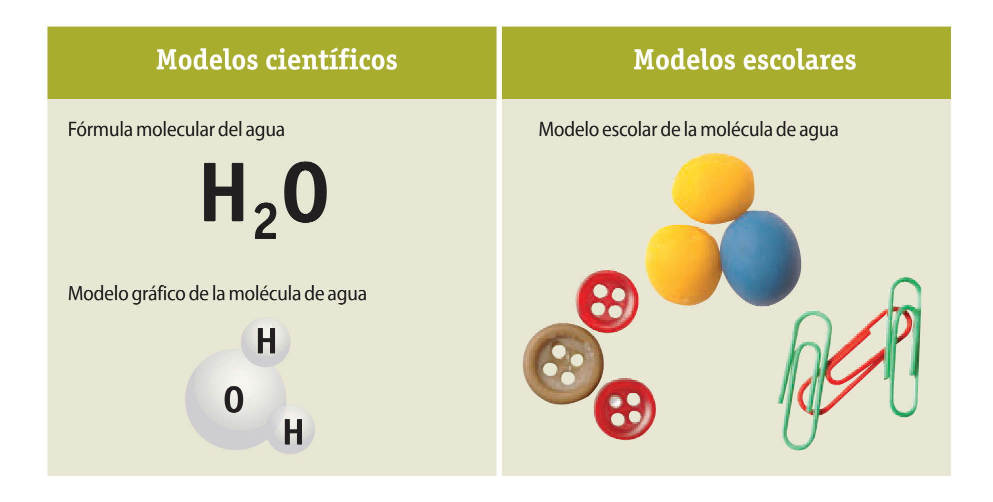
Desde hace miles de años los científicos se preguntan cómo es la estructura de la materia. Sin embargo, aun no han podido observar directamente la mayoría de las partículas que la componen. Muy pocas veces los científicos pueden observar directamente aquello que investigan; entonces lo imaginan y tratan de representarlo de alguna manera.

Se denomina **modelo** la representación de algo que no es perceptible a simple vista porque es muy pequeño, muy grande, muy lejano o muy complejo.

En ciencias se crean o construyen modelos para comprender fenómenos, entender acontecimientos y conocer materiales, objetos o seres ya extinguidos. A través de los modelos, los especialistas explican la realidad. Sin embargo, los modelos no son la realidad; son imitaciones o simulaciones de la realidad, que facilitan su comprensión.

Los **modelos científicos** se construyen a partir de teorías y datos obtenidos de experimentos, descubrimientos u otro tipo de investigaciones. Estos modelos no son eternos, la mayoría tiene "fecha de vencimiento" y se modifican cuando los investigadores conocen algo más sobre lo que estudian. Algunas veces, la nueva información obtenida no es compatible con el modelo en uso. Entonces, se desecha o remplaza por otro más apropiado, que favorezca la comprensión de aquello que se estudia.

En la escuela o en casa también se pueden construir modelos para facilitar la comprensión de la conformación de las sustancias. Los botones, los clips y las esferas de telgopor o de plastilina son objetos adecuados para armar **modelos escolares** que representen la composición química de sustancias y de otros materiales.



Tanto el **agua** como el **oxígeno** son macronutrientes de estructura química sencilla y no aportan energía al organismo. Sin embargo, ambos son indispensables para sus actividades vitales y, por lo tanto, requeridos en mayores cantidades.

El oxígeno interviene en aquellas reacciones químicas de las que se obtiene energía a partir de los macronutrientes.

Todas las reacciones químicas que ocurren en el organismo, así como el transporte de nutrientes y desechos, se producen en un medio con agua. Este fluido también participa en la regulación de la temperatura corporal.

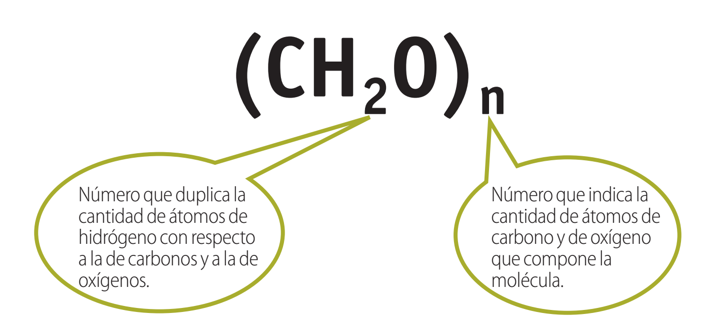
HIDRATOS DE CARBONO Los **hidratos de carbono** son nutrientes que aportan energía al organismo mucho más rápidamente que los demás macronutrientes. También se denominan carbohidratos, glúcidos o azúcares. En el lenguaje cotidiano el término glúcidos y azúcares se asocia con el sabor dulce. Sin embargo, la mayoría de los alimentos que contienen hidratos de carbono, como las papas o el arroz, no tienen este sabor. Por eso en este libro se usan los términos *hidratos de carbono* o *carbohidratos* para nombrar este tipo de macronutrientes.

Los carbohidratos son sustancias cuyas moléculas están conformadas por átomos de carbono (**C**), hidrógeno (**H**) y oxígeno (**O**). Los de estructura más sencilla son solubles en agua. En cambio, la mayoría de carbohidratos de composición más compleja no forman soluciones acuosas.

Los alimentos de origen vegetal poseen mayor cantidad de hidratos de carbono que los de origen animal.

De acuerdo con la complejidad de su estructura, los hidratos de carbono se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos.

Los **monosacáridos** son los carbohidratos de estructura más sencilla; sus moléculas pueden tener entre 3 y 7 átomos de carbono. Todos responden a la fórmula molecular general:





1. Con botones, bolitas de plastilina o clips, modelicen las siguientes moléculas:

- CO_2 (una molécula de dióxido de carbono)
- CO (una molécula de monóxido de carbono)
- $2O_3$ (dos moléculas de ozono)
- $3NH_3$ (tres moléculas de amoníaco)
- $4CH_4$ (cuatro moléculas de metano)

2. ¿Cuántos átomos de hidrógeno hay en 4 moléculas de metano?

3. ¿Cuántos átomos de nitrógeno hay en 3 moléculas de amoníaco?

4. ¿Cuántas moléculas de ozono podrían formar 333 átomos de oxígeno?

5. ¿Cuántas moléculas de dióxido de carbono podrían formar 500 átomos de carbono?

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

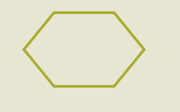
Los átomos de hidrógeno y de oxígeno son los más numerosos del cuerpo porque un 70% de su peso corresponde al agua. Del total de átomos que componen al organismo, un 63% son de hidrógeno; un 20% son de oxígeno; un 9% son de carbono; y un 1% son de nitrógeno. El porcentaje restante corresponde a una variedad de átomos como, por ejemplo, hierro, silicio, azufre, etcétera.

Fórmulas moleculares de algunos tipos de monosacáridos	
$C_3H_6O_3$	Triosas
$C_5H_{10}O_5$	Pentosas
$C_7H_{14}O_7$	Heptosas

Los monosacáridos conformados por moléculas con 6 átomos de carbono, llamados **hexosas**, son los más abundantes en la naturaleza. La **glucosa**, la **fructosa** y la **galactosa** son hexosas.

La **glucosa** es una sustancia sólida, blanca, compuesta por pequeños cristales, soluble en agua y de ligero sabor dulce.

Modelo simplificado de una molécula de glucosa



Modelos científicos

Fórmula molecular de la glucosa

$$C_6H_{12}O_6$$

Fórmula desarrollada de la molécula de glucosa

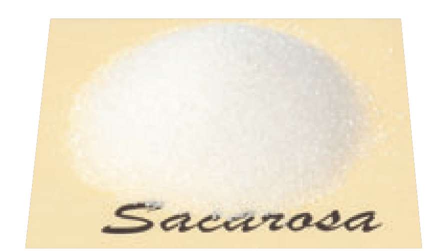
El anillo que conforman los átomos de carbono tiene una disposición perpendicular al papel. Los enlaces de línea fina quedan por detrás del plano del papel y los de línea gruesa, por delante.

Modelos escolares

Modelo escolar de la molécula de glucosa

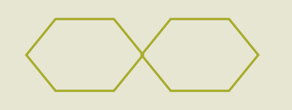
En este modelo, cada botón representa un átomo.

Los **disacáridos** tienen estructura más compleja que los monosacáridos. Sus moléculas están conformadas por la unión de dos monosacáridos. Por ejemplo, la **maltosa** está compuesta por la unión de dos moléculas de glucosa; la **sacarosa** o azúcar de común por una glucosa y una fructosa; y la **lactosa** o azúcar de la leche por una glucosa y una galactosa.



La **sacarosa** (azúcar común) es una sustancia que se obtiene de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. Es una sustancia sólida, blanca, dulce, compuesta por pequeños cristales y soluble en agua.

Modelo simplificado de una molécula de sacarosa



Modelos científicos

Fórmula molecular de la sacarosa

$$C_{12}H_{22}O_{11}$$

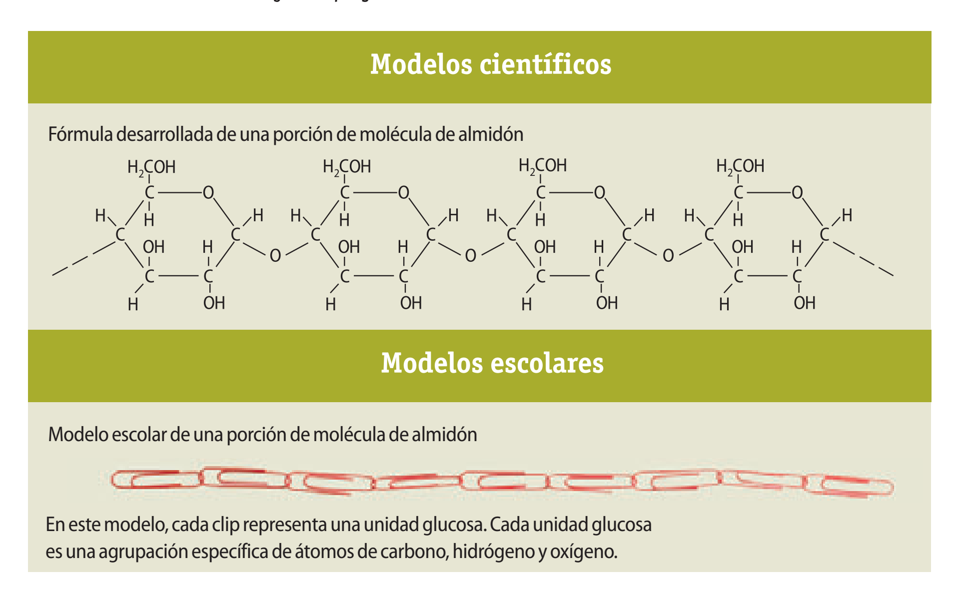
Fórmula desarrollada de la molécula de sacarosa

Modelos escolares

Modelo escolar de la molécula de sacarosa

En este modelo, cada botón representa un átomo.

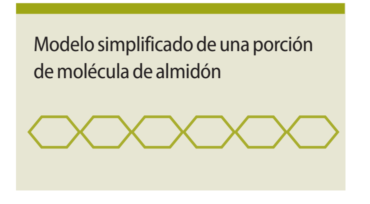
Los **polisacáridos** son macromoléculas formadas por la unión de cientos o miles de moléculas de monosacáridos. El **almidón**, el **glucógeno** y la **celulosa** son polisacáridos de estructura molecular muy compleja.



En este modelo, cada clip representa una unidad glucosa. Cada unidad glucosa es una agrupación específica de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.



El **almidón** se encuentra en granos de cereales y en las papas. Es una sustancia sólida, blanca, que no se disuelve en agua y sin sabor dulce.



Modelo simplificado de una porción de molécula de almidón

Los disacáridos y los polisacáridos se originan a partir de ciertas reacciones químicas entre monosacáridos.

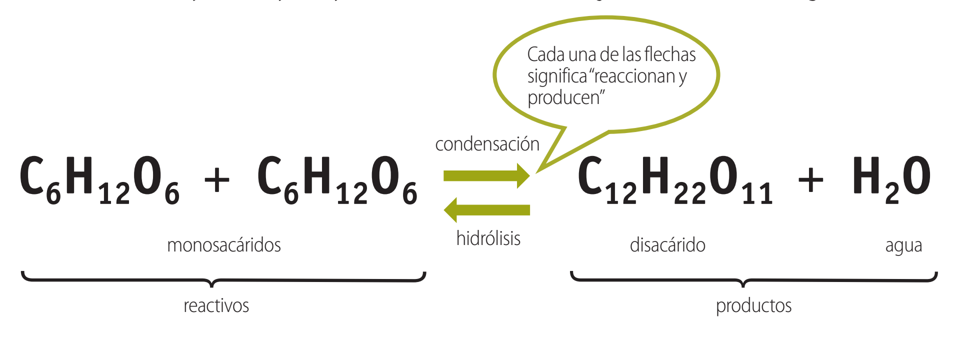
Las **reacciones químicas** son transformaciones de unos materiales en otros. En una reacción química, los átomos de las sustancias iniciales o **reactivos** se reorganizan y originan otras nuevas o **productos**. En estas transformaciones, la cantidad de materia al inicio y al final de la reacción es la misma. Es decir, el número de átomos que compone a los reactivos es igual al que conforma a los productos de la reacción.

La reacción química que se produce en la conformación de disacáridos y polisacáridos se denominada **condensación**. En dicha reacción, los monosacáridos reactivos pierden átomos de hidrógeno y de oxígeno. Estos átomos se unen entre sí y conforman moléculas de agua.

En ciertas situaciones, esta reacción química puede revertirse con la adición de agua. El tipo de transformación que rompe las uniones entre monosacáridos se denomina **hidrólisis**, que significa ruptura por acción del agua.

En ciencias, las reacciones químicas se representan mediante modelos denominados **ecuaciones químicas**.

La ecuación química que representa la condensación y la hidrólisis es la siguiente:



Un modelo simplificado de la reacción química anterior es:

⬡ + ⬡ ⇄ ⬡⬡ + H_2O



1. En los modelos escolares de glucosa y sacarosa, identifiquen qué tamaño y color de botón representa cada átomo.

2. Modelicen con botones, bolitas de plastilina o clips la reacción de condensación de dos moléculas de glucosa.

3. Representen la reacción de hidrólisis de una molécula de sacarosa.

4. ¿Cuántas moléculas de agua se obtendrían de la condensación de 250 moléculas de glucosa?

5. ¿Cuántas moléculas de agua intervendrían en la hidrólisis de 1530 moléculas de sacarosa?

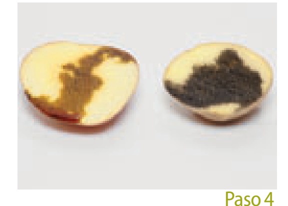


I. ¿Cómo detectar la presencia de almidón en los alimentos?




Paso 2


Paso 3


Paso 4

Para responder esta pregunta necesitan una solución de almidón, lugol, un tubo de ensayo, gotero o pipeta y pequeñas porciones de alimentos como manzana, uva, pan, pera, galletitas, papa, porotos previamente remojados.
El **lugol** es una sustancia que cambia de color cuando toma contacto con almidón. Debido a esta característica, al lugol se lo denomina **indicador del almidón**.

1. Observen el color del lugol.
2. Llenen medio tubo de ensayo con solución de almidón y coloquen allí unas gotas de lugol.
3. Observen el color que toman las gotas de lugol.
4. Coloquen sobre las porciones de alimentos 2 o 3 gotas de lugol y observen la coloración que toma el indicador.
5. Registren los resultados en una tabla.
6. ¿Cuáles de los alimentos investigados contienen almidón?




Paso 2


Paso 2


Paso 3


Paso 5


Paso 7

II. ¿Cómo detectar la presencia de glucosa y sacarosa en los alimentos?

Para responder esta pregunta necesitan una solución de glucosa, tubos de ensayo, una gradilla, un mechero, una pinza de madera, un mortero, un embudo, papeles de filtro, reactivos de Fehling A y B y pequeñas porciones de alimentos como manzana, uva, pan, pera, galletitas, papa, porotos previamente remojados.
Los **reactivos de Fehling A y B** están compuestos por sustancias que, cuando se mezclan y se calientan, cambian de color si en el medio hay glucosa. La mezcla de estos reactivos sirve como **indicadora de la glucosa**.

1. Observen el color del Fehling A, del Fehling B y de la mezcla de algunas gotas de ambos reactivos.
2. Llenen un tercio de tubo de ensayo con solución de glucosa. Coloquen allí 3 o 4 gotas de Fehling A y 3 o 4 gotas de Fehling B. Observen el color de la mezcla
3. Tomen el tubo con una pinza y calienten la mezcla con cuidado. Observen el color de la mezcla mientras se calienta.
4. Realicen el mismo procedimiento con la solución de sacarosa. Registren los resultados.
5. Coloquen cada una de las porciones de alimento en el mortero con un poco de agua y, de a una por vez, tritúrenlas. Laven el mortero después de usar cada alimento.
6. Coloquen cada triturado en un tubo de ensayo y rotulen los tubos.
7. Pongan 3 o 4 gotas de Fehling A y 3 o 4 gotas de Fehling B en cada tubo de ensayo.
8. Tomen cada tubo con una pinza y calienten la mezcla con cuidado. Observen los resultados y regístrenlos en una tabla.
9. ¿Cuáles de los alimentos investigados contienen glucosa?

PROTEÍNAS

Las **proteínas** intervienen en la construcción del organismo, su crecimiento y en la reparación de sus heridas. Imaginando el peso del cuerpo sin agua, la mitad corresponde al peso de las proteínas que lo conforman.

Son macromoléculas conformadas por la unión en cadena de moléculas más pequeñas, llamadas **aminoácidos**. En general, los aminoácidos están compuestos por átomos de carbono (**C**), hidrógeno (**H**), oxígeno (**O**) y nitrógeno (**N**).

Los alimentos de origen animal son ricos en proteínas.

En los seres vivos pueden encontrarse 20 tipos diferentes de aminoácidos, formando parte de sus proteínas. Sin embargo, el número y el orden en que se encuentran cada uno de ellos, son diferentes de una proteína a otra. Por eso, con las mismas 20 unidades pueden formarse miles de proteínas diferentes entre sí.

Entre los 20 tipos de aminoácidos, 8 son esenciales, es decir, el organismo no puede sintetizarlos y , por lo tanto, es necesario ingerirlos con los alimentos.

Las proteínas pueden clasificarse de acuerdo con el tamaño y la complejidad de sus moléculas. Los **oligopéptidos** y los **polipéptidos** son cadenas de aminoácidos más pequeñas que las proteínas propiamente dichas. Las moléculas de oligopéptidos están conformadas por cadenas de entre 2 y 10 aminoácidos, y se denominan dipéptidos, tripéptidos, etcétera. Las moléculas de los polipéptidos están compuestas por cadenas de más de 10 aminoácidos.



La carne con la que habitualmente nos alimentamos está compuesta principalmente por **proteínas**, que forman parte de la masa muscular de vacas, peces y aves.

Modelos científicos

Fórmula desarrollada del aminoácido glicina

```
H      H    O
 \     |   //
  N -- C -- C -- OH
 /     |
H      H
```

La **glicina** es el aminoácido de estructura más sencilla.

Fórmula desarrollada del aminoácido metionina

```
H      H    O
 \     |   //
  N -- C -- C -- OH
 /     |
H  H - C - H
       |
   H - C - H
       |
       S
       |
   H - C - H
       |
       H
```

La **metionina** es un aminoácido de estructura más compleja que la glicina. Contiene azufre (S) en su composición molecular.

Fórmula molecular de la lactoglobulina

$$C_{1864}H_{3012}O_{576}N_{468}S_{21}$$

La **lactoglobulina** es una de las proteínas que contiene la leche.

Fórmula molecular de la insulina

$$C_{276}H_{366}O_{76}N_{68}S_{6}$$

La **insulina** es una de las proteínas que sintetiza el organismo. Regula la concentración de glucosa en la sangre.

Modelos escolares

Modelo escolar de una porción de molécula de proteína



En este modelo, cada clip representa una unidad aminoácido. Cada unidad aminoácido es una agrupación específica de átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Algunos también están compuestos por átomos de azufre (S).

ACTIVIDADES

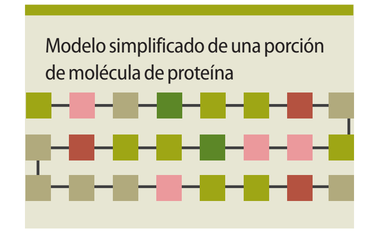
1. Modelicen con botones, bolitas de plastilina o clips una molécula del aminoácido glicina.

2 . Modelicen una porción de proteína compuesta por la siguiente secuencia de aminoácidos: alanina, leucina, alanina, glicina, isoleucina, serina, serina, serina, tirosina, tirosina, triptófano, arginina.

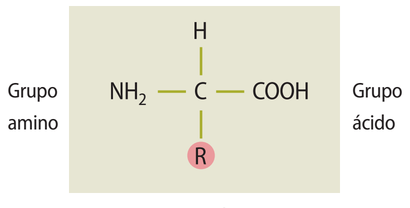
3 . ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización del aminoácido: una molécula, un átomo o una unidad del polímero?

4 . ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la porción de proteína: una molécula, un átomo o un grupo específico de átomos?

Modelo simplificado de una porción de molécula de proteína



Los aminoácidos se pueden representar con un modelo generalizado como el siguiente:

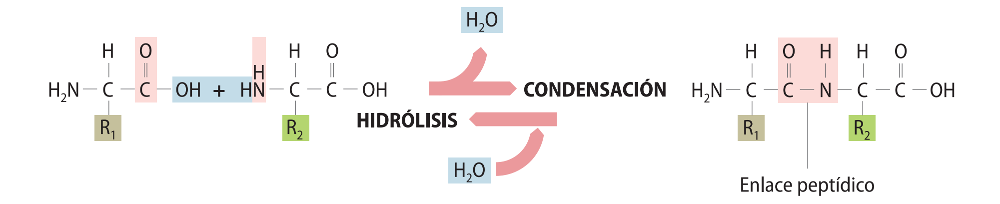


Aminoácido

Cada aminoácido está compuesto por un átomo de carbono (**C**) unido a un grupo ácido (**-COOH**), un grupo amino (**-NH_2**), un átomo de hidrógeno (**-H**) y un grupo radical (**R**), que representa distintos grupos de átomos. Las variantes del grupo R son las que permiten identificar a cada aminoácido particular. Es decir, un aminoácido se diferencia de otro por la composición de su grupo R.

Los aminoácidos están unidos entre sí mediante una **unión peptídica**, que se establece entre el grupo ácido de un aminoácido y el amino del siguiente.

La unión peptídica se produce por reacciones químicas de **condensación** y se rompe mediante reacciones químicas de **hidrólisis**.



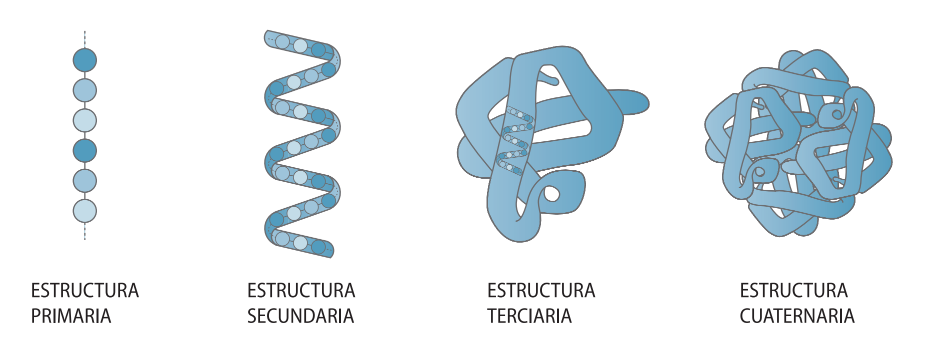
La estructura o **configuración espacial** de las proteínas determina la actividad en la que interviene cada proteína en el organismo.

La secuencia de aminoácidos característica de cada proteína se denomina **estructura primaria**. Si bien los aminoácidos se unen determinando una cadena lineal, dicha cadena se pliega sobre sí misma siguiendo diferentes patrones, según la estructura primaria de la proteína. Se denomina **estructura secundaria** de la proteína al primer grado de plegamiento de una cadena de aminoácidos. La **estructura terciaria** de la proteína es el replegamiento sumado al de su estructura secundaria.

En algunos casos, dos o más cadenas con plegamiento de nivel terciario pueden unirse entre sí para formar subunidades de una misma macromolécula proteica. Esta complejidad en la composición de la proteína se denomina **estructura cuaternaria**.



1. Modelicen con botones, bolitas de plastilina o clips las reacciones de hidrólisis y de condensación representadas en esta página.
2. ¿Cuántas moléculas de agua formaría la condensación de 200 aminoácidos?
3. ¿Cuántas moléculas de agua podrían intervenir en la hidrólisis de una molécula de proteína compuesta por 1000 aminoácidos?
4. Modelicen las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de una proteína tipo.



ESTRUCTURA PRIMARIA | ESTRUCTURA SECUNDARIA | ESTRUCTURA TERCIARIA | ESTRUCTURA CUATERNARIA

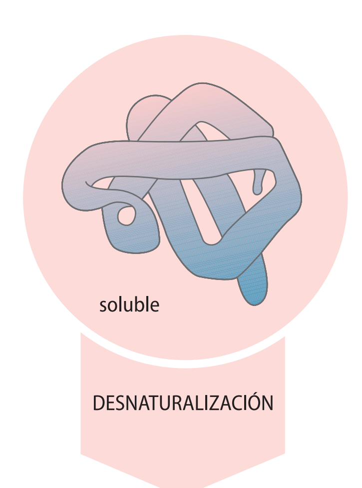
Las proteínas pueden ser clasificadas por su forma. Las **proteínas fibrosas** son insolubles y sus cadenas de aminoácidos se pliegan de manera tal que tienen forma alargada o de fibra. Esta forma las hace aptas para conferir resistencia a estructuras como los tendones, los músculos y las uñas. El **colágeno**, por ejemplo, es una proteína fibrosa que se encuentra en el medio extracelular de los huesos y de la piel, y contribuye al sostén de esos tejidos.

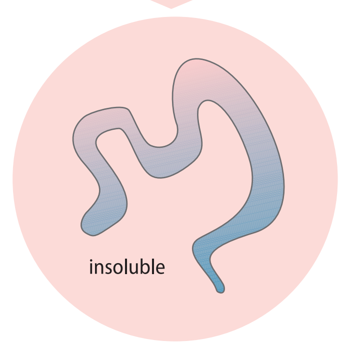
En las **proteínas globulares**, la cadena de aminoácidos tiene estructura semejante a la de un globo o de una esfera. En general, estas proteínas son solubles en agua, propiedad que las hace aptas para participar en funciones que se desarrollan en un medio acuoso. La insulina, las enzimas, la hemoglobina y las albúminas son proteínas globulares.

Las proteínas participan en variadas actividades vitales. Algunas son estructurales, como la **queratina**, que forma parte de las uñas y del cabello. Otras son proteínas de defensa, como los **anticuerpos**. Muchas **hormonas** son proteínas, como la **insulina**. La **hemoglobina** es la proteína que contienen los glóbulos rojos y que interviene en el transporte de oxígeno por la sangre. Las proteínas contráctiles, como la **actina** y la **miosina**, participan en la contracción y relajación muscular. Las **enzimas** son proteínas que aceleran las reacciones químicas que ocurren en el organismo. Algunas proteínas sirven de reserva de nutrientes, como la **albúmina** o clara de huevo.

El alcohol, los ácidos y el calor pueden afectar la estructura espacial de una proteína. Sin que se altere la cadena de aminoácidos, esos agentes pueden modificar su plegamiento. Este proceso se denomina **desnaturalización** y, según el agente que haya provocado este fenómeno, puede ser reversible o irreversible. El proceso de desnaturalización irreversible se denomina **coagulación**.

Cuando ciertas proteínas del organismo se desnaturalizan, no pueden intervenir en sus actividades específicas.









I. ¿Cómo detectar la presencia de proteínas en los alimentos?





Para responder esta pregunta necesitan albúmina (clara de huevo), 3 tubos de ensayo, pinza de madera, mechero, ácido clorhídrico diluido y alcohol común.

1. Mezclen la clara de huevo en agua.
2. Coloquen un poco de la mezcla en dos tubos de ensayo: A y B.
3. Calienten el tubo A, moviéndolo con cuidado y suavemente alrededor de la llama.
4. Coloquen en el tubo B unas gotas de alcohol.
5. Observen y describan el aspecto que adquiere la mezcla en cada uno de los tubos.
6. Registren los resultados.
7. Coloquen un poco de la mezcla de clara de huevo en otro tubo de ensayo, al que llamarán C.
8. Viertan con mucho cuidado unas gotas de ácido clorhídrico en este tubo.
9. Observen y describan los cambios.
10. Registren los resultados.
11. Relean el texto de la página anterior, relacionen la información con los experimentos realizados y respondan:

- ¿Qué propiedad de las proteínas permite su identificación en los alimentos que las contienen?
- ¿Qué agente produjo la transformación de la albúmina en cada tubo?

LÍPIDOS

Las moléculas de los **lípidos** están compuestas por átomos de carbono (**C**), hidrógeno (**H**) y oxígeno (**O**). Las de algunos lípidos también pueden contener fósforo (**P**) y nitrógeno (**N**).

En el organismo, los lípidos son macromoléculas insolubles en agua, que intervienen en las siguientes estructuras y procesos:

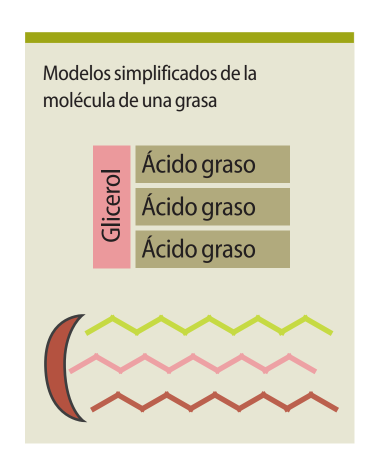
- algunos forman parte de las membranas celulares;
- otros son una importante reserva de energía; y
- otros constituyen hormonas.

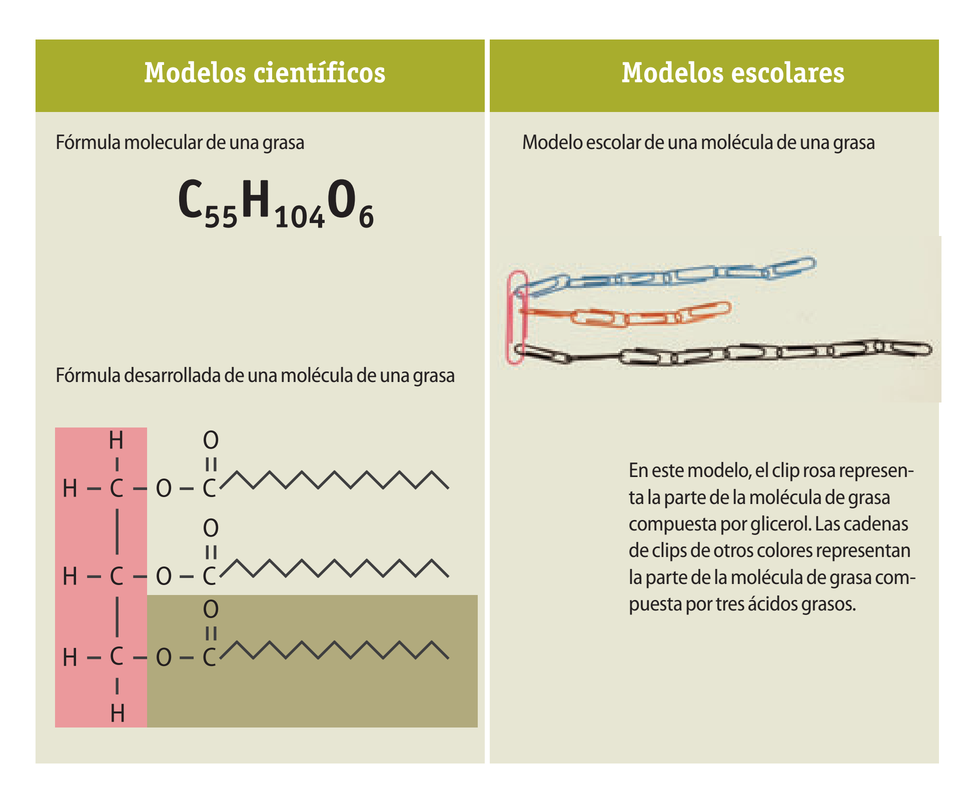


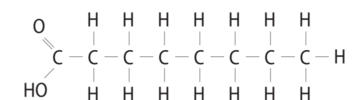
La manteca es una grasa plástica, amarillenta, de textura suave y untuosa.

Las **grasas** y los **aceites** son los lípidos más conocidos. La manteca es una grasa de origen animal y la margarina es una grasa de origen vegetal. Gran variedad de aceites son de origen vegetal.

Las grasas y los aceites también se denominan **triglicéridos**. Se denominan así porque están formados por tres moléculas de **ácidos grasos** unidas a una molécula de **glicerol**.







Fórmula desarrollada de un ácido graso saturado.

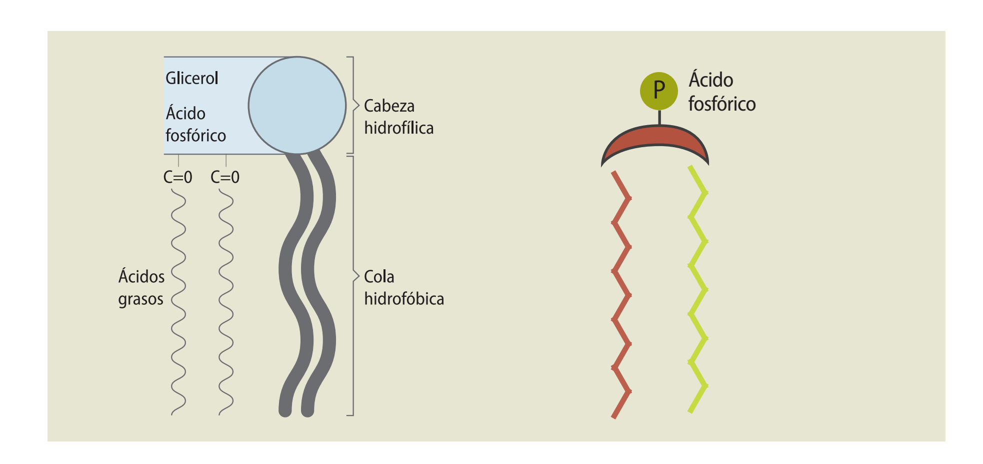
Fórmula desarrollada de un ácido graso insaturado.

Según el tipo de ácidos grasos que componen el triglicérido, éste puede ser una grasa o un aceite. Las grasas, que son sólidas a temperatura ambiente (20 °C), están compuestas por **ácidos grasos saturados**. Estos ácidos grasos tienen uniones simples entre los átomos de carbono.

Los aceites, que a temperatura ambiente son líquidos, están conformados por **ácidos grasos insaturados**, es decir, con al menos un enlace doble entre átomos de carbono. Por este motivo, a las grasas y los aceites también se los denomina **grasa saturada** y **grasa insaturada**, respectivamente.

Nuestro organismo no puede sintetizar ácidos grasos insaturados, por eso es imprescindible incorporar aceites vegetales y pescado en la dieta.

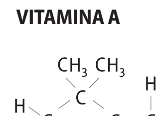
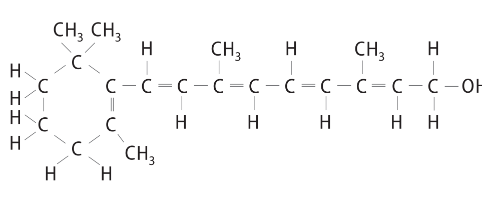
Los **fosfolípidos** son lípidos de composición más compleja. Están constituidos por una molécula de glicerol, dos de ácidos grasos y una de ácido fosfórico. Son el componente principal de las membranas celulares.

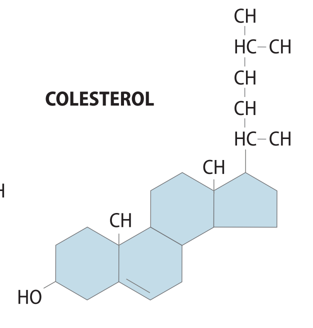


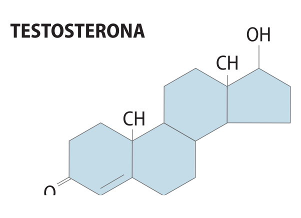
Modelos simplificados de la molécula de un fosfolípido.



1. Modelicen con botones, bolitas de plastilina o clips una molécula de grasa y un fosfolípido tipo.
2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización: una molécula, un átomo o un grupo específico de átomos?





Fórmulas desarrolladas del colesterol, la testosterona y la vitamina A. Son lípidos de estructura molecular muy compleja.

I. ¿Cómo detectar la presencia de lípidos en los alimentos?





Paso 1



Paso 3



Paso 9

Para responder esta pregunta necesitan unas gotas de aceite, un poquito de manteca y de margarina, una nuez y un maní sin cáscara, un papel absorbente y un vaso con agua.

1. Coloquen dentro del vaso con agua unas gotas de aceite, un trocito de manteca y otro de margarina.
2. Observen y registren los resultados.
3. Coloquen una gota de aceite sobre el papel.
4. Observen la mancha e intenten secarla.
5. Registren los resultados.
6. Procedan de la misma manera frotando un poco de manteca sobre el papel.
7. Observen la mancha e intenten secarla.
8. Registren los resultados.
9. Froten sobre el papel la nuez y el maní partidos.
10. Observen y registren los resultados.
11. ¿Qué propiedades de los lípidos usaron en los experimentos para detectar su presencia en los alimentos investigados?




Vitaminas perdidas
Gran parte de las vitaminas que contienen los alimentos se desactivan rápidamente durante la cocción y la conservación. Conviene cocinar las frutas y las verduras al vapor, con muy poca cantidad de agua y durante poco tiempo. La cocción en olla de presión o en microondas disminuye la pérdida de los valores vitamínicos de los alimentos. Siempre es más nutritivo ingerir sin cocción aquellas verduras que pueden comerse crudas o cocinadas y, si es posible, no muy cortadas para que no pierdan las vitaminas que se desactivan por el contacto con el aire. La vitamina C se desactiva rápidamente por el efecto de la luz. Por eso es conveniente consumir jugos de naranjas recién exprimidas, y no los comercialmente envasados.

Estructura de los micronutrientes

VITAMINAS En general, las vitaminas son micronutrientes de composición química compleja. Están constituidas por átomos de carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y otros en pequeñas cantidades.

En el cuerpo, las vitaminas intervienen en numerosas actividades del organismo. Se encuentran en pequeñas concentraciones en los alimentos naturales, como las frutas, los cereales, las verduras, las carnes, los lácteos y los huevos.

Las 13 vitaminas más importantes para la salud del organismo se clasifican en dos grandes grupos:

- **vitaminas hidrosolubles** (que se disuelven en agua). Este grupo está conformado por 9 vitaminas: la **C** y las 8 del **complejo B**. Por ser solubles en agua, estas vitaminas son eliminadas por la orina, por eso es necesario ingerir diariamente los alimentos que las contienen. En general, se encuentran en las partes de los vegetales que tienen gran proporción de agua, como las hojas y los frutos. Entre algunas actividades, las vitaminas del complejo B intervienen en el crecimiento, en la regeneración de la piel y en la maduración de los glóbulos rojos. La vitamina C interviene en la formación de cartílago y huesos, y en el sistema de defensa del organismo.
- **vitaminas liposolubles** (que se disuelven en grasas). Este grupo está constituido por 4 vitaminas: **A**, **D**, **E** y **K**. Estas vitaminas no se liberan fácilmente y, si se ingieren en gran exceso, pueden acumularse en órganos como el hígado y alcanzar niveles tóxicos. Se las encuentra en las partes de los vegetales ricas en lípidos, como las semillas, y en alimentos de origen animal con gran proporción de grasas.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

La cocción de los alimentos altera las propiedades de las vitaminas en los siguientes porcentajes:

Vitamina	Porcentaje
A	40
B_1	80
B_2	75
B_3	75
B_5	50
B_6	40
B_9	100
B_{12}	10
C	100
E	55
K	5

MINERALES Los minerales son micronutrientes de estructura sencilla que normalmente se encuentran disueltos en el agua que compone el organismo. Son ingeridos con los alimentos y su carencia ocasiona graves enfermedades.

El **calcio** (**Ca^{2+}**) se encuentra en la leche y sus derivados. Junto con el fósforo, es uno de los componentes de los huesos del organismo. La absorción de este mineral en el intestino delgado solo ocurre si en el medio hay una cantidad adecuada de vitamina D. Por eso, cuando en el organismo hay déficit de calcio, debe incorporáselo con alimentos que contengan esta vitamina. En los alimentos, el **fósforo** forma parte del compuesto **fosfato** (**PO_4^{3-}**). Es tan abundante que es muy difícil que una persona tenga un serio déficit de este mineral en su organismo. Sin embargo, un exceso de fósforo puede producir descalcificación, porque se une al calcio que compone los huesos y lo elimina.

El **potasio** (**K^+**) también es un mineral muy abundante en los alimentos. Los lácteos, las verduras, las bananas y otras frutas, contienen gran cantidad de potasio. Interviene en la transmisión del impulso nervioso y en la actividad muscular.

El **magnesio** (**Mg^{2+}**) se encuentra en casi todos los alimentos de origen vegetal porque forma parte de la molécula de la clorofila. Este mineral participa en la contracción muscular.

En el organismo, el **hierro** (**Fe^{2+}**) forma parte de la hemoglobina que contienen los glóbulos rojos. Los alimentos de origen animal como el hígado, las carnes rojas, las morcillas, los huevos y la leche son ricos en hierro. Los alimentos de origen vegetal, como la espinaca, las lentejas y la soja, también contienen gran cantidad de hierro, pero este mineral se absorbe muy difícilmente. La causa de esto, parece ser la presencia de otras sustancias que inhiben su absorción. La espinaca y la acelga, por ejemplo, contienen hierro y **ácido oxálico**. Los científicos han comprobado que este ácido impide la absorción de hierro en el intestino delgado.

Fórmula desarrollada de la vitamina C.

Requerimientos nutricionales del organismo

El organismo requiere una cantidad y calidad específicas de alimentos. Se denomina **dieta** la cantidad y composición de los alimentos que incorpora una persona.

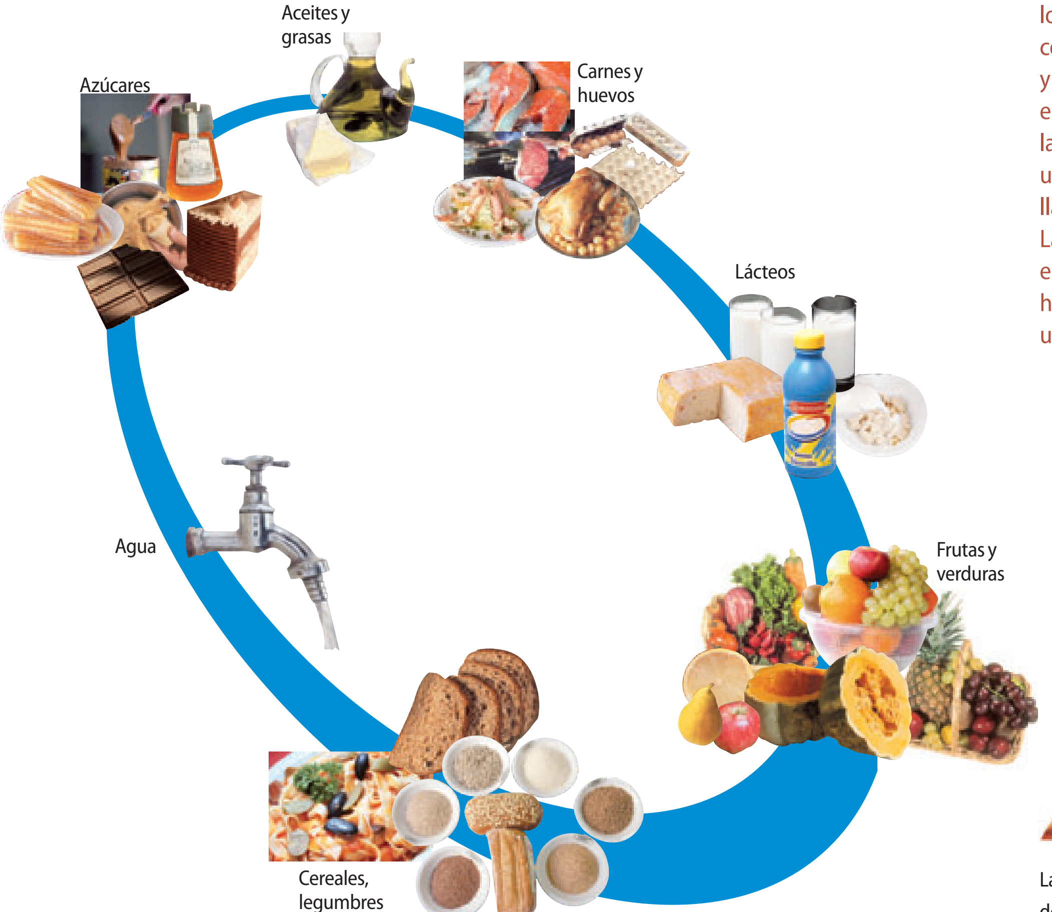
DIETA BALANCEADA Una **dieta balanceada** o **equilibrada** debe proporcionar la diversidad y la cantidad de nutrientes y de energía necesarios para la construcción y el mantenimiento de las estructuras corporales, así como para la realización de las actividades específicas de cada persona.

La dieta equilibrada, debería contener 55% de hidratos de carbono, 30% de lípidos y 15% de proteínas.

Una **pirámide alimentaria** es la representación gráfica de una dieta equilibrada o balanceada. En ella, los alimentos están ubicados según los principales nutrientes que predominan en su composición.

Actualmente, en los países más desarrollados, la pirámide alimentaria presenta modificaciones con respecto a la original. Fundamentalmente, se ha incluido la actividad física y la personalización de la pirámide para cada individuo según sus requerimientos energéticos.

Para la Argentina, se ha diseñado un gráfico llamado **óvalo alimentario argentino**, que contempla el estado de salud general de la población, los alimentos más consumidos en nuestro país y la posibilidad de acceso a los mismos.



CON- SUMO CUIDADO

Alimentos que intoxican

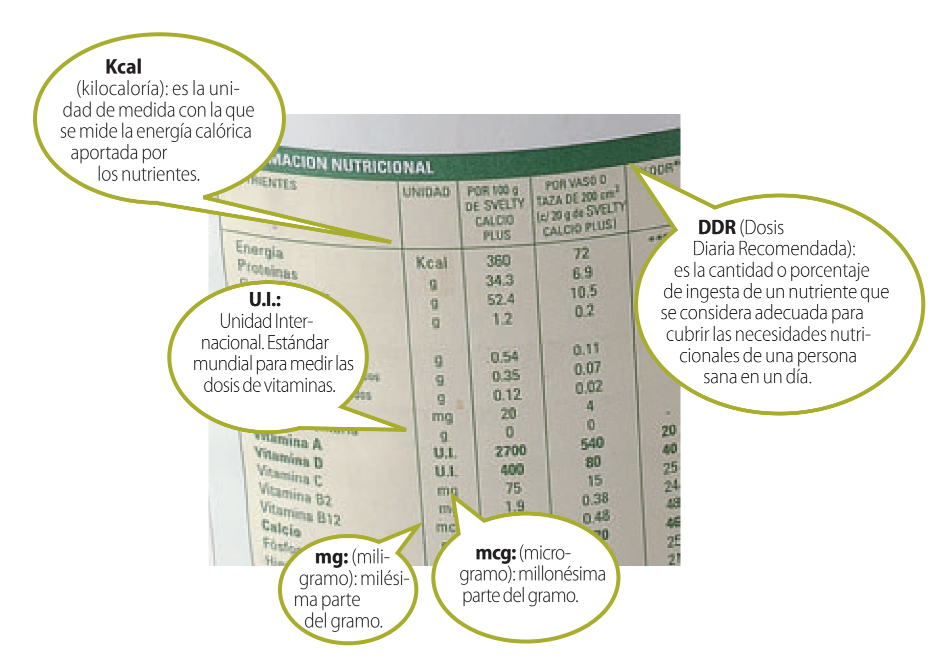
El consumo de alimentos contaminados puede provocar enfermedades, y en ocasiones también la muerte. El origen de la contaminación puede ser biológico o químico. En el primer caso, ciertos virus y microorganismos patógenos (hongos y/o bacterias) o sus toxinas, pueden contaminar los alimentos y provocar ciertos desequilibrios.

Durante 2002, en la provincia de Buenos Aires se detectaron 97 casos del **síndrome urémico hemolítico**. Esta enfermedad prevalece en los niños y genera una insuficiencia en el funcionamiento de los riñones, la destrucción de los glóbulos rojos, problemas en la coagulación sanguínea y a nivel nervioso. En la mayoría de los casos, se contrae a partir del consumo de carne contaminada y mal cocida (en especial comidas elaboradas con carne picada, como las hamburguesas) portadora de un tipo específico de la bacteria llamada *Escherichia coli.*

La forma principal de prevenir esta enfermedad es la cocción homogénea de estos alimentos, a una temperatura no menor de 70 °C.

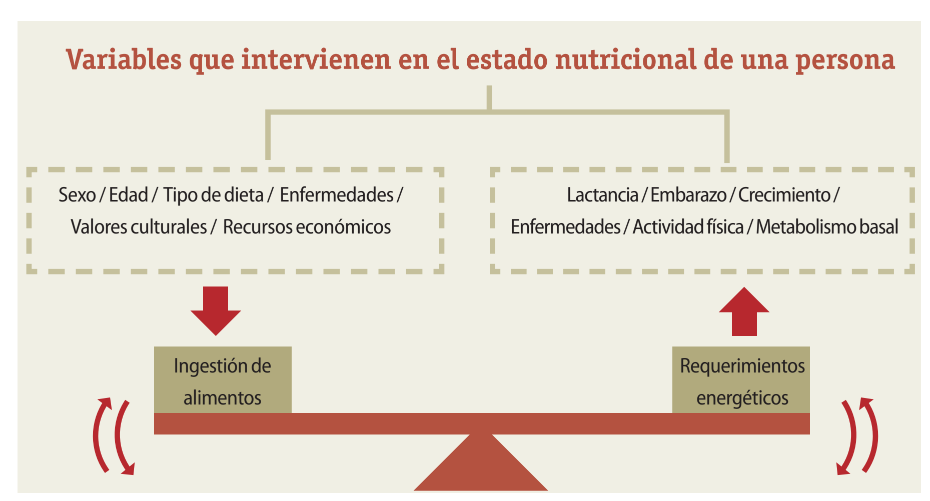
La forma de la pirámide alimentaria, desde la base a la punta, indica las proporciones recomendadas de cada tipo de nutriente.

En general, los envases de los productos alimenticios informan sobre los tipos y cantidades de nutrientes, las calorías que aportan y las porciones recomendadas de cada uno para mantener una dieta saludable. Cada alimento contiene una proporción particular de macronutrientes y micronutrientes.

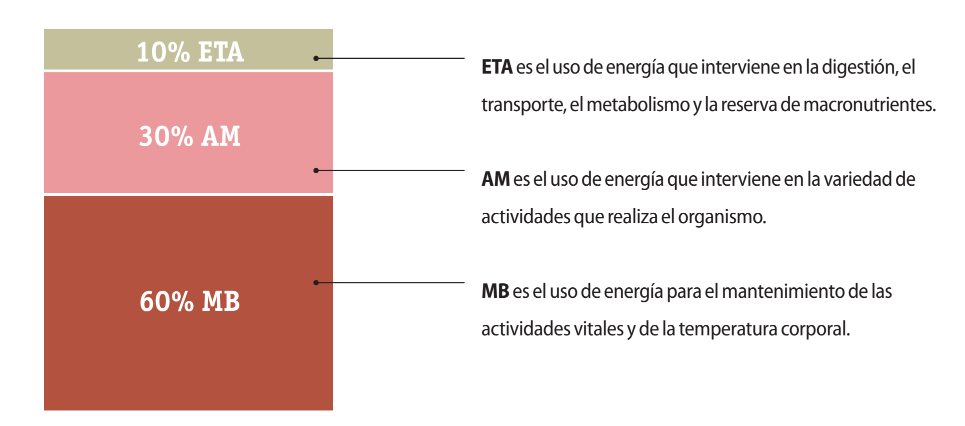


DEMANDA DE ENERGÍA Las demandas de nutrientes y energía no son iguales en todas las personas pues varían según la edad, el sexo, el nivel de actividades físicas y el estado de salud. También pueden variar a lo largo de la vida de una persona, como sucede en la mujer durante el embarazo y la lactancia. Por otra parte, la incorporación de nutrientes también depende de las posibilidades económicas, de las costumbres culturales y los estados emocionales de cada persona.

Cuando se produce un equilibrio entre el ingreso de nutrientes y los requerimientos energéticos de la persona, su estado nutricional es óptimo.



La demanda diaria de energía de un individuo está determinada por tres factores: el metabolismo basal, la actividad muscular y el efecto termogénico de los alimentos. Estos componentes dependen de las características del individuo, del nivel de actividad física y del tipo de alimentos consumidos.



Incorporación de nutrientes en el organismo

La mayoría de los macro y micronutrientes ingresan en el **sistema digestivo** del organismo a través de la ingestión. El macronutriente oxígeno, en cambio, es incorporado por medio de la inspiración, proceso que forma parte de la ventilación pulmonar.

Ingestión

En el organismo humano, se denomina **ingestión** la incorporación de los nutrientes a través de la boca y la faringe.

LA BOCA

En la **boca** hay dientes de formas y tamaños variados. Los dientes pueden clasificarse en cuatro tipos:

- los **incisivos**: tienen forma de navaja y sirven para cortar los alimentos;
- los **caninos**: tienen forma piramidal y sirven para desgarrar el alimento;
- los **premolares** y los **molares** tienen forma de columnas y sirven para moler y triturar el alimento.

Caninos
Incisivos
Premolares
Molares

La **lengua** es un órgano muscular que amasa los alimentos. Sobre la superficie de la lengua hay innumerables **papilas gustativas** que nos permiten identificar la variedad de sabores de los alimentos.

Las secreciones de tres pares de **glándulas salivales**: las **parótidas**, las **submaxilares** y las **sublinguales**, y de otras glándulas menores situadas en la pared de la boca, forman la saliva.

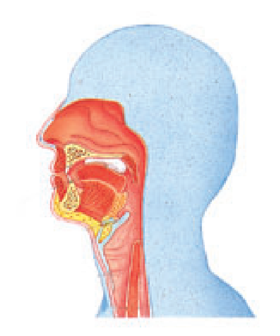
La **saliva** está formada por un 95% de agua. Este fluido proporciona el medio líquido que disuelve los alimentos y mantiene lubricada la cavidad oral mediante una sustancia proteica llamada **mucina**, que le da su consistencia viscosa.

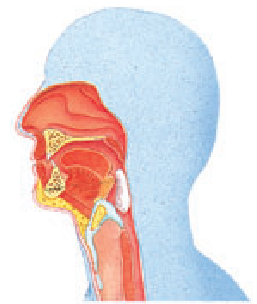
En la secreción de saliva intervienen principalmente el olfato y la presencia de comida en la boca. La secreción de saliva está regulada por el sistema nervioso.

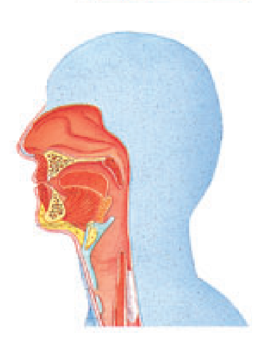
La saliva también tiene un efecto antibacteriano, debido a la presencia de sustancias bactericidas que destruyen algunos tipos de microorganismos que eventualmente pueden ingresar con la comida.

Los alimentos, masticados por los dientes, amasados por la lengua y humedecidos por la saliva, toman forma de una bola de consistencia pastosa, el **bolo alimenticio**.

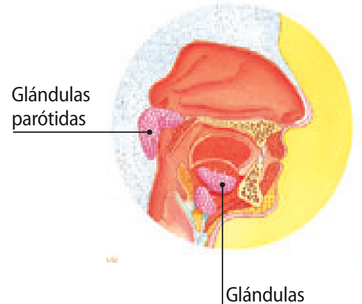
Una vez formado el bolo alimenticio, la lengua lo empuja hacia atrás y entonces ingresa en la **faringe**. El pasaje del bolo alimenticio desde la boca hacia la faringe se denomina **deglución**.







En la primera etapa de la **deglución**, el extremo libre del paladar se eleva y cierra la comunicación con la cavidad nasal lo que permite el paso del bolo alimenticio hacia el interior del tubo digestivo. Cuando este mecanismo falla, los líquidos y/o fragmentos de alimentos pueden llegar a las fosas nasales. Cuando el bolo alimenticio ingresa a la faringe, la epiglotis cierra la abertura de la laringe e impide su paso hacia la tráquea.



CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En un adolescente de 16 años:

- sus pulmones pesan aproximadamente 1 kg y en sus 300 millones de alvéolos hay 5 litros de aire.
- Se realizaron 126 millones de ventilaciones y circularon 63 millones de litros de aire por sus vías aéreas.

Ventilación pulmonar

El **oxígeno** es un nutriente imprescindible para el organismo porque interviene en la obtención de energía para la realización de todas sus actividades.

El oxígeno ingresa en el **sistema respiratorio** a través de la **inspiración**, formando parte del aire. El volumen de aire inspirado, recorre una serie de conductos, las **vías aéreas**, hacia los pulmones. En estos órganos se produce la incorporación en el organismo del oxígeno que lleva el aire. Luego, ese volumen de aire, que posee una composición química diferente al inspirado, es liberado al exterior del cuerpo durante el proceso denominado **espiración**. La inspiración y la espiración forman parte de un continuo proceso de renovación del aire dentro del organismo, la **ventilación pulmonar**. En la cavidad torácica se encuentra la mayor parte de los órganos que intervienen en la ventilación pulmonar. Esta cavidad está limitada por las **costillas** y los músculos presentes entre ellas, los **músculos intercostales.** En su base hay un músculo plano, el **diafragma**, que separa esta cavidad torácica de la abdominal.

LAS VÍAS AÉREAS

El interior de las **fosas nasales** posee pelos y mucus que retienen las partículas del polvo atmosférico. En ellas, el aire inspirado se humedece y eleva su temperatura.

En la parte superior de la **cavidad nasal** están los receptores de los olores, que forman parte del sentido del olfato.

La boca también es un órgano por el cual puede ingresar aire. Sin embargo, el aire inspirado por la boca no está tan libre de impurezas ni tiene la temperatura adecuada para su ingreso en el cuerpo.

La **faringe** es un conducto compartido con el tubo digestivo. La **laringe**, en cambio, es un conducto que solo forma parte de las vías aéreas. En su interior están las **cuerdas vocales**, responsables de la fonación. En su extremo superior hay una estructura llamada **epiglotis** que, a manera de tapa, cierra la laringe cuando pasa por allí el bolo alimenticio.

La **tráquea** es un conducto cuyas paredes tienen anillos de cartílago incompletos que impiden su aplastamiento. Su interior está tapizado por células que producen mucus. Las partículas de polvo atrapadas por este fluido son conducidas hacia la faringe por el movimiento de las cilias que tienen las células que tapizan el interior de la tráquea.

Los **bronquios** son conductos que se originan en la tráquea e ingresan en cada pulmón.

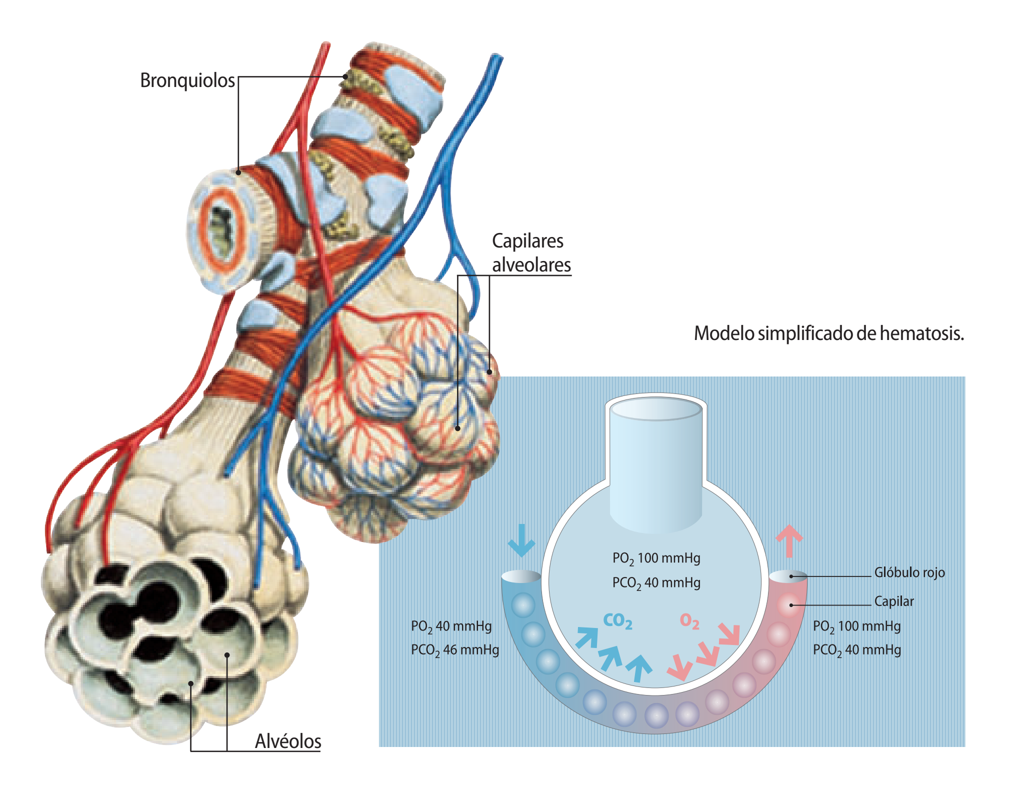
Los bronquios se continúan con otros conductos más finos llamados **bronquiolos**, ramificados en el interior de los pulmones.

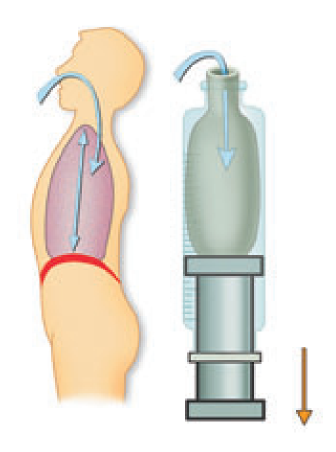
LOS PULMONES

Los bronquiolos terminan en conjuntos de bolsitas llenas de aire denominadas **alvéolos.** Las paredes que revisten los alvéolos están conformadas por una capa de células planas y delgadas, rodeadas de capilares sanguíneos. Las **pleuras** son membranas que recubren la superficie de los pulmones y el interior de la cavidad torácica. Entre ellas se encuentra un *espacio virtual*, la **cavidad pleural,** ocupada por el **líquido pleural.** Este líquido reduce la fricción entre los pulmones y la caja torácica, e impide la separación entre ambos.

Gases	Composición del aire inspirado	Composición del aire espirado
Nitrógeno (N_2)	78%	78%
Oxígeno (O_2)	20%	16,04%
Dióxido de carbono (CO_2)	0,04%	4%
Otros gases	1,96%	1,96%
Vapor de agua (H_2O)	Variable	Saturado

El aire espirado posee una proporción de gases diferente a la del aire inspirado.





La **inspiración** es un proceso activo originado por la contracción de los músculos que intervienen en la ventilación pulmonar. Cuando el diafragma y los músculos intercostales se contraen, aumenta el volumen de la caja torácica y disminuye la presión en su interior. En consecuencia, la presión exterior (la atmosférica) es mayor a la presión interior de la cavidad torácica; entonces el aire ingresa en los pulmones.

La diferencia en la composición entre el **aire inspirado** (o **inhalado**) y el **aire espirado** (o **exhalado**), se debe a que en los pulmones se produce un intercambio de gases entre el aire de los alvéolos y la sangre de los capilares que los rodean. El proceso de intercambio gases que ocurre en los alvéolos se denomina **hematosis**.

Parte del oxígeno del aire inspirado llega a los alvéolos e ingresa en la sangre por difusión. A su vez, el dióxido de carbono que contiene la sangre, también pasa por difusión al interior de los alvéolos.

Como en estos fenómenos intervienen gases, para explicar la difusión del oxígeno y del dióxido de carbono se usa el concepto presión y no el de concentración, como en la difusión de los líquidos.

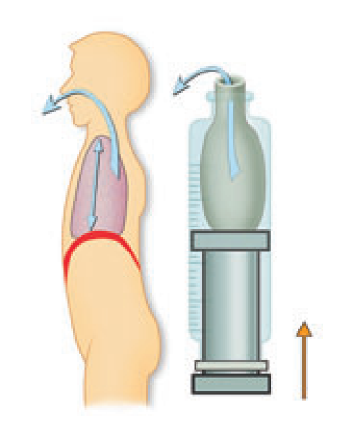
A nivel del mar, la presión total de una mezcla de gases, como es el aire, equivale a 760 mmHg (milímetros de mercurio). Este dato resulta de la suma de las presiones que ejercen por separado cada uno de los gases que conforman el aire.

La presión ejercida por uno de los gases de la mezcla se denomina **presión parcial** (**P**).

La presión de cada gas es proporcional a su concentración. Por ejemplo, como el 20% del aire está compuesto por oxígeno, también el 20% de la presión total del aire equivale a la presión ejercida por el O_2. Entonces, la **presión parcial del oxígeno** (**PO_2**) es 152 mmHg (porque 152 es el 20% de 760).

La PO_2 en la sangre de los capilares venosos que rodean los alvéolos es 40 mmHg y la PO_2 en los alvéolos es aproximadamente 100 mmHg. Entonces, la diferencia de presiones parciales es de 60 mmHg y el oxígeno difunde de la región de mayor presión parcial (el aire alveolar) a la zona de menor presión parcial (la sangre). La velocidad de la circulación de la sangre dentro de los capilares impide el equilibrio de las presiones parciales de oxígeno en ambos lados y la difusión completa del mismo.

La **presión parcial del dióxido de carbono** (**PCO_2**) en los capilares venosos es de 46 mmHg y en el aire alveolar es de 40 mmHg. Esta diferencia de presiones parciales entre ambas zonas es suficiente para que se produzca la difusión del CO_2 desde la sangre hacia el aire de los alvéolos.



La **espiración** es un proceso pasivo originado por la relajación de los músculos y la elasticidad de los pulmones. Cuando el diafragma, los músculos intercostales y los pulmones se relajan, el volumen torácico disminuye y la presión en su interior es superior a la atmosférica. En consecuencia, el aire es expulsado de los pulmones. Una **espiración forzada** es un proceso activo en el que los músculos abdominales y algunos músculos intercostales se contraen e incrementan la presión en el interior de la cavidad torácica; entonces el aire sale con fuerza de los pulmones.

Desequilibrios en la obtención de los nutrientes

Actualmente, los problemas relacionados con la obtención de nutrientes se deben a los excesos en el consumo de macronutrientes como las grasas; a la insuficiente ingesta de macronutrientes y micronutrientes; y al consumo de sustancias que dificultan o inhiben el ingreso de oxígeno en el cuerpo.

Desequilibrios en la ingestión de alimentos

La **malnutrición** por exceso de consumo de algunos macronutrientes provoca sobrepeso y obesidad. Ambos trastornos son diagnosticados por nutricionistas a partir del cálculo del **índice de masa corporal** (**IMC**). Este índice se obtiene al dividir el peso de una persona en kilogramos por su altura en metros al cuadrado.

Si el valor del IMC resulta menor de 20, el peso de la persona es inferior al que corresponde en relación con su altura. Si el IMC resulta con un valor entre 20 y 25, el peso de la persona es el adecuado. Un valor del IMC entre 25 y 30, indica que la persona tiene un sobrepeso leve. En cambio, con un valor mayor de 30, la persona es obesa.

La **obesidad** se relaciona con un mayor porcentaje de grasa corporal y constituye un factor de riesgo para el desarrollo de varias enfermedades, como las cardiovasculares, la diabetes y distintos tipos de cáncer.

La **desnutrición** se origina por una insuficiencia en el consumo de macronutrientes. Los individuos con desnutrición no alcanzan los IMC correspondientes a su altura y talla. En general, esta problemática alimentaria está vinculada a la imposibilidad de acceso a los alimentos, sobre todo en los países menos desarrollados.

La desnutrición también puede deberse a una deficiencia de micronutrientes provocada por la falta de educación con respecto a una dieta equilibrada y a una selección poco variada de alimentos.

Otros problemas relacionados con la alimentación son provocados por una alteración en la ingesta de alimentos. Por ejemplo, la **anorexia nerviosa** y la **bulimia** son desequilibrios alimentarios asociados con una valoración negativa de la imagen corporal.

Si bien comer alimentos variados, ricos en nutrientes y realizar ejercicio físico, son hábitos indispensable para mantener la salud del organismo, actualmente ha aparecido un nuevo trastorno alimentario llamado **ortorexia nerviosa**. Este desequilibrio en la obtención de nutrientes está originado por cierta obsesión por la ingesta de alimentos naturales, frecuentemente asociada con un exceso de actividad física.

La contaminación del agua, del aire y de los alimentos también puede provocar desequilibrios alimentarios debido a las sustancias químicas o microorganismos dañinos presentes en esos materiales.

Desequilibrios en la incorporación de oxígeno

La obtención del oxígeno también puede presentar alteraciones debido a enfermedades del sistema respiratorio como el asma, el enfisema pulmonar, neumonías, bronquitis, tuberculosis, etcétera.

La adicción al tabaco o **tabaquismo** genera numerosos desequilibrios en el organismo, ya que aumenta el nivel de **monóxido de carbono** (**CO**) en la sangre y reduce la cantidad de oxígeno disponible para obtener energía. Asimismo, el humo del tabaco contiene numerosas sustancias cancerígenas.

En ciudades y países más desarrollados, la **malnutrición** se asocia con la urbanización, el sedentarismo y una alimentación rica en grasas y azúcares proveniente de alimentos de bajo costo y fácil elaboración.



La **desnutrición** es característica en los niños de ciudades y países con grandes desigualdades sociales.



El tabaquismo incrementa la probabilidad de desarrollar **cáncer de pulmón** y otras enfermedades del sistema respiratorio, enfermedades cardiovasculares, digestivas e infertilidad.

Incorporación de nutrientes en la célula

En las páginas anteriores se describieron las estructuras y se explicaron los procesos que intervienen en la obtención de los nutrientes en nuestro organismo. La ingestión y la ventilación pulmonar son los procesos que facilitan el ingreso de alimentos y oxígeno, respectivamente. Sin embargo, estos procesos no son suficientes para la entrada de los nutrientes en cada una de las células que componen el cuerpo. En estas páginas se explicará cómo ingresan los nutrientes en las células.

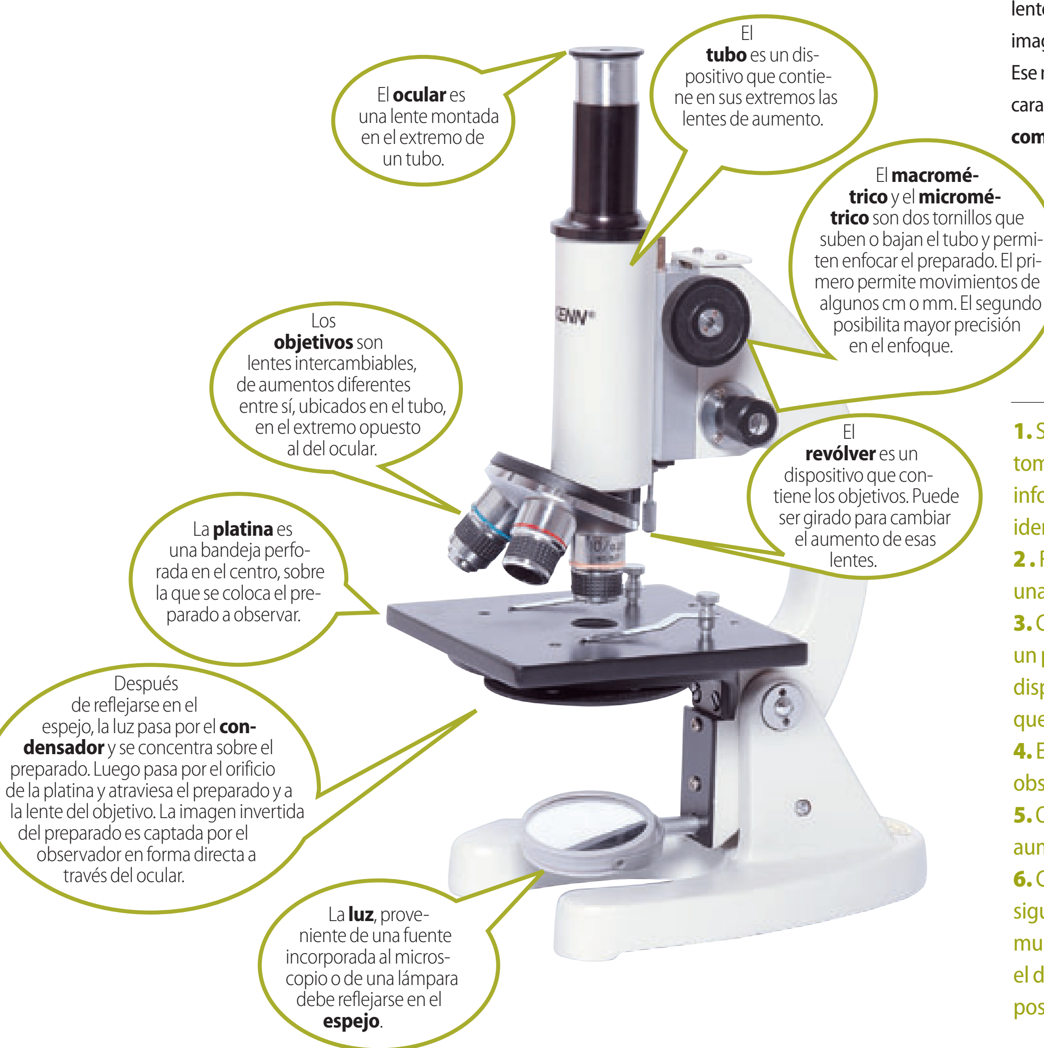
Dimensiones, formas y estructuras celulares

El organismo humano, como el de los demás seres vivos, está constituido por unidades denominadas **células**.

Por su reducido tamaño, casi todas las células humanas son imperceptibles a simple vista. Sus dimensiones y las de sus componentes se miden en **micrómetros** (**μm**), **nanómetros** (**nm**) y **angströms** (**Å**).

micrómetro	corresponde a la millonésima parte del metro	1 μm = 10^{-6} m
nanómetro	corresponde a la mil millonésima parte del metro	1 nm = 10^{-9} m
angström	corresponde a la diez mil millonésima parte del metro	1 Å = 10^{-10} m

La observación de células fue posible gracias a la creación de los primeros microscopios, hace aproximadamente tres siglos. Esos instrumentos consistían en lentes y una fuente de luz para crear una imagen aumentada del objeto de estudio. Ese mecanismo, hoy perfeccionado, caracteriza al actual **microscopio óptico común (MO).**



ACTIVIDADES

1. Si disponen de un microscopio, tomen como referencia la información de esta página e identifiquen sus partes.
2. Recorten de una revista o un diario una letra "e" minúscula.
3. Coloquen el papelito entre un porta y un cubreobjetos y dispónganlos en la platina de manera que la letra quede derecha.
4. Enfoquen con el menor aumento y observen en qué posición ven la letra.
5. Observen la letra con mayor aumento.
6. Con la información de la página siguiente, calculen el aumento multiplicando el valor del objetivo por el del ocular y observen si cambia la posición de la letra.

El microscopio electrónico (ME)

Con el advenimiento del **microscopio electrónico** (**ME**) fue posible visualizar la ultraestructura celular. Este instrumento utiliza un **haz de electrones** generados por calentamiento de un filamento de tungsteno, en reemplazo de la luz visible. Los electrones recorren un **tubo al vacío** dirigidos por **bobinas electromagnéticas** que reemplazan a las lentes del MO. La imagen es captada indirectamente por el observador a través de su proyección en una **pantalla fluorescente**. El **microscopio electrónico de barrido** (**MEB**), es una variedad del anterior que capta imágenes tridimensionales y en superficie del objeto, cuando los electrones barren la muestra sin atravesarla.

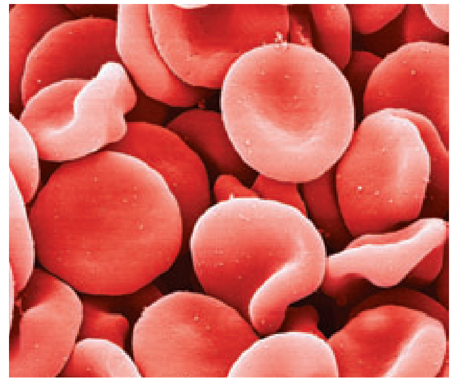


Tres son las propiedades que permiten analizar la capacidad de cada tipo de microscopio para generar una imagen:

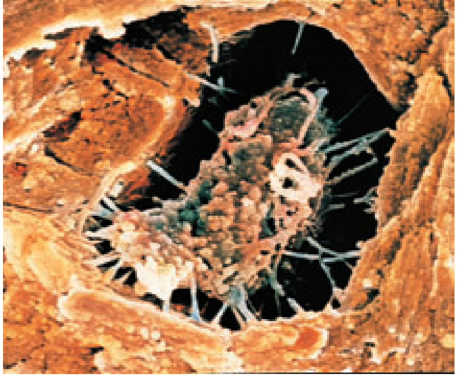
- El **aumento**: tamaño aparente de un objeto en comparación con su dimensión real. Se lo expresa con un signo **X**.
- El **límite de resolución**: distancia mínima que debe existir entre dos puntos para observarlos como entidades distintas.
- El **poder de resolución**: medida de la nitidez de la imagen. Este indicador es indirectamente proporcional al límite de resolución: cuanto menor es el límite de resolución, mayor poder resolutivo tiene un microscopio.

Propiedades ópticas	Microscopio óptico (MO)	Microscopio electrónico (ME)
Aumento	entre 1000 y 1500 X	entre 20 000 y 1 000 000 X
Límite de resolución	alrededor de 0,25µm	alrededor de 10 Å
Poder de resolución	menor	mayor
Observaciones	Tejidos vivos y muertos; células vivas y muertas; y la estructura de algunos componentes celulares.	Solo células muertas; y la ultraestructura de la mayoría de los componentes celulares.

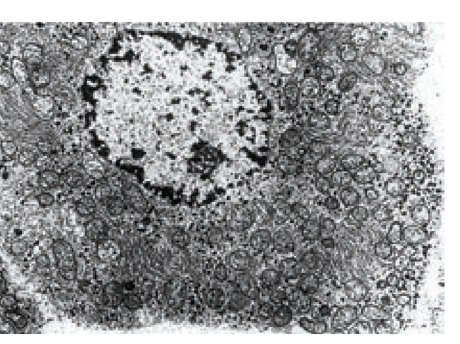
Tabla de comparación de las propiedades ópticas del microscopio óptico y del microscopio electrónico.



Fotomicrografía de glóbulos rojos o eritrocitos tomada a través de un MEB.



Fotomicrografía de una célula ósea u osteocito tomada a través de un MEB.



Fotomicrografía de un hepatocito tomada a través de un microscopio electrónico de transmisión (MET) (15 000X).



Fotomicrografía de un espermatozoide tomada a través de un MO (1000X).



Fotomicrografía de espermatozoides tomada a través de un MEB (1700X).

LA FORMA DE LAS CÉLULAS

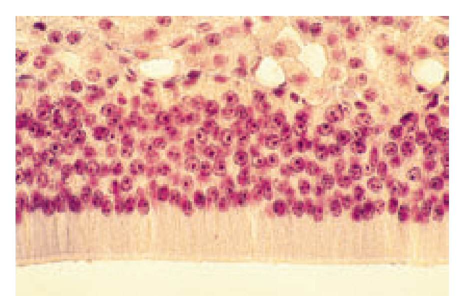
Las células que constituyen el cuerpo humano tienen forma muy variada: las hay cilíndricas, como las células musculares; estrelladas, como las neuronas; esféricas, como los glóbulos blancos; discoidales, como los glóbulos rojos; aplanadas, cúbicas y prismáticas, como ciertas células que forman las capas que tapizan la superficie externa e interna de muchos órganos.

La mayoría de las células mide, en promedio, entre 10 µm y 30 µm tanto de largo, como de ancho o de espesor.

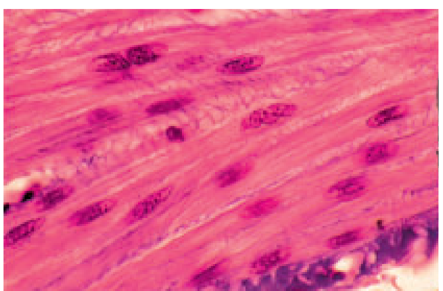
Como los nutrientes ingresan a través de la superficie, la **relación superficie-volumen celular** es un factor muy importante para el intercambio de materiales con el medio.

Cuanto mayor es la superficie expuesta de una célula, tanto más eficiente es su intercambio con el medio. Pero como al aumentar el volumen de la célula durante el crecimiento su superficie no aumenta proporcionalmente con aquél, la relación superficie/volumen es cada vez menor y la rapidez del intercambio de materiales con el medio disminuye.

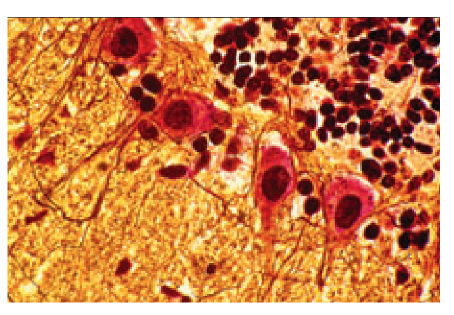
El tamaño microscópico de las células resulta entonces una ventaja en el intercambio de materiales entre la célula y el medio.



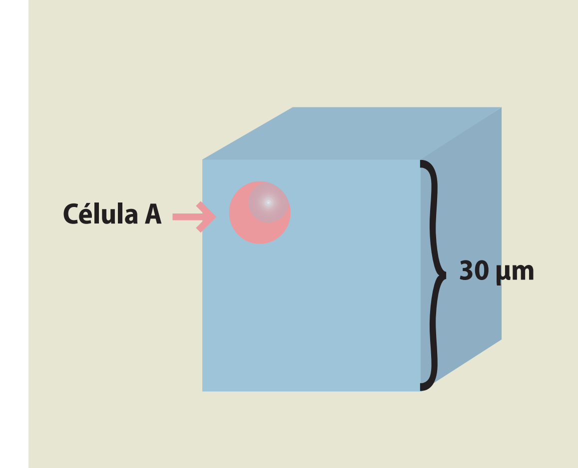
Fotomicrografía de células epiteliales tomada a través de un MO (200X).



Fotomicrografía de células musculares tomada a través de un MO (600X).

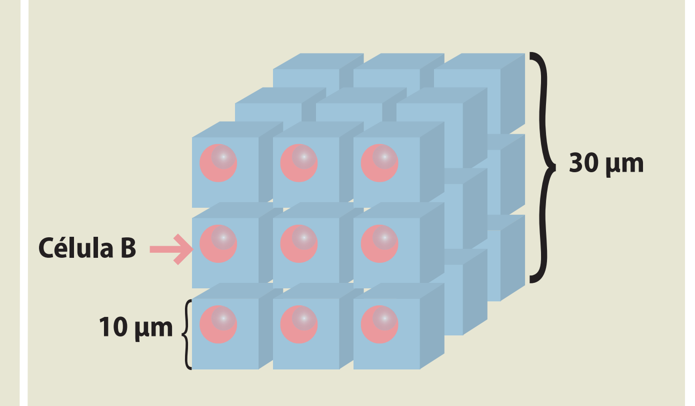


Fotomicrografía de células nerviosas tomada a través de un MO (600X).



Superficie del cubo = 6 . a^2
Superficie célula A = 6 . $(30\ \mu m)^2$
Superficie de la célula A = 5400 μm^2

Volumen del cubo A = a^3
Volumen de la célula A = $(30\ \mu m)^3$
Volumen de la célula A = 27 000 μm^3



Superficie del cubo = 6 . a^2
Superficie célula B = 6 . $(10\ \mu m)^2$
Superficie de la célula B = 600 μm^2
Superficie total = 600 μm^2 . 27
Superficie total = 16 200 μm^2

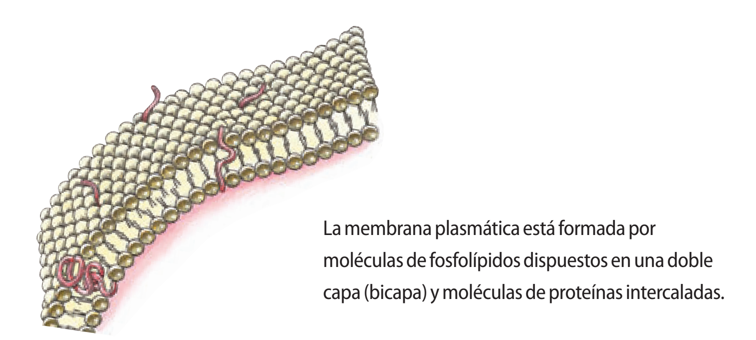
Volumen del cubo = a^3
Volumen de la célula B = $(10\ \mu m)^3$
Volumen de la célula B = 1000 μm^3
Volumen total = 1000 μm^3 . 27
Volumen total = 27 000 μm^3

Estructura celular

Si bien hay gran variabilidad en la forma de las células del organismo humano, la mayoría de ellas tienen algunas características comunes: una **membrana plasmática**, un **citoplasma** y **material genético** almacenado en moléculas de **ADN**.

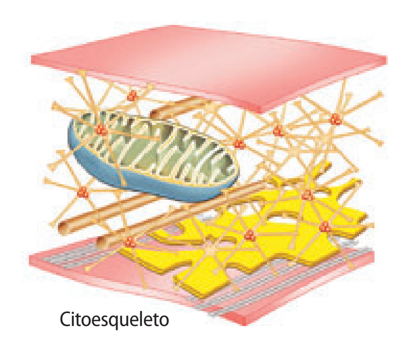
LA MEMBRANA PLASMÁTICA

La **membrana plasmática** es una película que contiene a la célula y la relaciona con el entorno. Por allí ingresan materiales a la célula o egresen de ella. Sin embargo, no entra ni sale todo tipo de material: es como un *filtro selectivo* que regula esos transportes.



La membrana plasmática está formada por moléculas de fosfolípidos dispuestos en una doble capa (bicapa) y moléculas de proteínas intercaladas.

EL CITOPLASMA



Citoesqueleto

Entre la membrana plasmática y el núcleo se encuentra el **citoplasma**. Está constituido por el citoesqueleto y variedad de organoides suspendidos en un medio semifluido, compuesto éste por agua y materiales orgánicos e inorgánicos. El **citoesqueleto** está constituido por filamentos y túbulos de proteínas que forman una estructura dinámica y cambiante que contribuye al sostén, la forma y el movimiento de las células. Los principales componentes del citoesqueleto son los **microtúbulos**, los **microfilamentos** y los **filamentos intermedios**.

Las **mitocondrias** son los **organoides** de mayor tamaño. Tienen forma esférica o de bastón y están limitadas por dos membranas: una externa lisa y otra interna plegada, formando crestas.

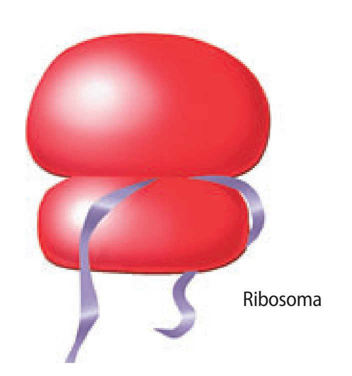


Mitocondria

Dentro de las mitocondrias se producen reacciones que extraen energía de los nutrientes. Por lo tanto, aquellas células que usan mucha energía en sus actividades, contienen más cantidad de mitocondrias que otras.

Los **peroxisomas** son organoides esféricos rodeados por una membrana, que participan en procesos de desintoxicación celular. Por ejemplo, en estos organoides la enzima **catalasa** descompone el agua oxigenada, compuesto tóxico que se produce durante ciertas reacciones celulares.

Los **ribosomas** son organoides sin membrana envolvente, constituidos por dos regiones bien diferenciadas: la subunidad mayor y la menor. Pueden agruparse entre sí formando **polirribosomas**.

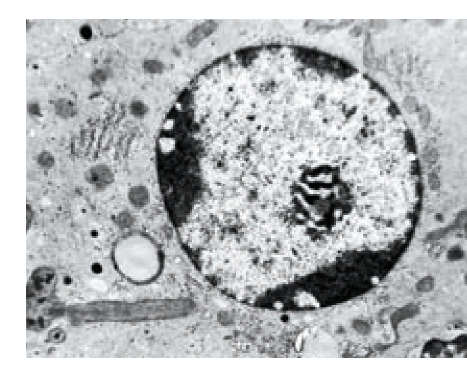


Ribosoma

Los **centríolos** son organoides que se presentan por pares, formando el **diplosoma**. Cada centríolo es un cilindro hueco, cuyas paredes están compuestas por nueve tripletes de microtúbulos.

Los centríolos son organizadores de microtúbulos que participan en la formación de **cilias** y **flagelos**. Estas estructuras son prolongaciones celulares móviles que se hallan en algunas células: los flagelos en los espermatozoides; las cilias en las paredes internas de las vías aéreas. Los microtúbulos también forman parte del aparato mitótico, encargado de movilizar los cromosomas durante la división celular.

El citoplasma de las células del organismo humano también contiene un **sistema de endomembranas** compuesto por un conjunto de “bolsas” (**cisternas**) y túbulos membranosos. Estas estructuras membranosas constituyen tres componentes celulares: el retículo endoplasmático liso, el retículo endoplasmático rugoso o granular y el aparato de Golgi.



Fotomicrografía del núcleo de un hepatocito en MET

En el **retículo endoplasmático liso** (**REL**) se sintetizan, entre otros lípidos, los fosfolípidos que forman parte de todas las membranas celulares. El **retículo endoplasmático granular** (**REG**) se diferencia del REL porque posee ribosomas adheridos en sus paredes externas; por eso tiene aspecto rugoso o granular. En el REG se sintetizan algunas proteínas.

Los compuestos que sintetizan ambos retículos son movilizados por medio de vesículas hasta el **aparato de Golgi**. Éste los concentra y los “embala” en nuevas vesículas que brotan de sus cisternas. Desde allí, las vesículas llevan su cargamento hasta la membrana plasmática y al exterior de la célula.

Los **lisosomas** también surgen del aparato de Golgi, aunque éstos permanecen en el interior del citoplasma. Son vesículas rodeadas por una membrana, que contienen enzimas digestivas. Cuando las células fagocitan grandes materiales, los lisosomas participan en su digestión. En los lisosomas también se produce la **autofagia**, es decir, la digestión de las propias organelas celulares.



EL NÚCLEO

El **núcleo** es la estructura que más se destaca en la célula. Está rodeado por la **membrana nuclear**, envoltura doble que lo separa del citoplasma. No obstante, núcleo y citoplasma mantienen comunicación a través de los poros de la membrana nuclear.

La membrana nuclear tiene conexión con el REG, por eso también se la considera parte del sistema de endomembranas.

Dentro del núcleo se encuentran la matriz nuclear o **nucleoplasma**, el nucléolo y la cromatina.

El **nucléolo** es un conjunto de materiales que, organizados y ensamblados entre sí, conforman las subunidades ribosomales. Una vez construidas estas unidades, salen del núcleo hacia el citoplasma a través de los poros nucleares.

El tamaño y la cantidad de nucléolos son variables y dependen de la actividad principal de la célula.

La **cromatina** está compuesta por **ADN** (**ácido desoxirribonucleico**) y un tipo de proteínas, las **histonas**.

El **ADN** contiene la información requerida en la construcción y el desarrollo de actividades de las células.

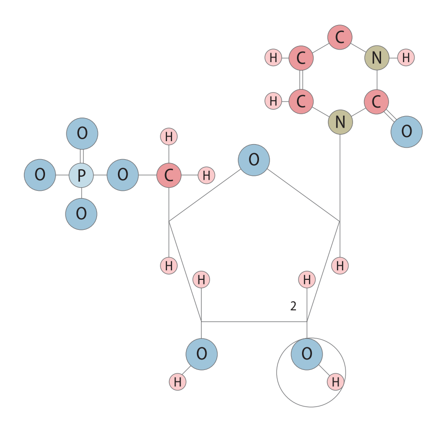
Las moléculas de ADN se enroscan alrededor de las moléculas de histonas, formando, en conjunto, las fibras de cromatina.

Antes de que una célula se divida, las fibras de cromatina se repliegan sobre sí mismas y toman una estructura bien compacta, con forma de bastón, llamada **cromosoma**. Entonces, la cromatina y los cromosomas están compuestos por el mismo material con diferente disposición espacial, es decir, más o menos replegado.

En el organismo humano, el número de moléculas de ADN nuclear o, lo que es lo mismo, el número de cromosomas, es constante para cada individuo: 46 cromosomas.



Cariotipo humano
El cariotipo es el juego completo de los pares de cromosomas de una célula humana.



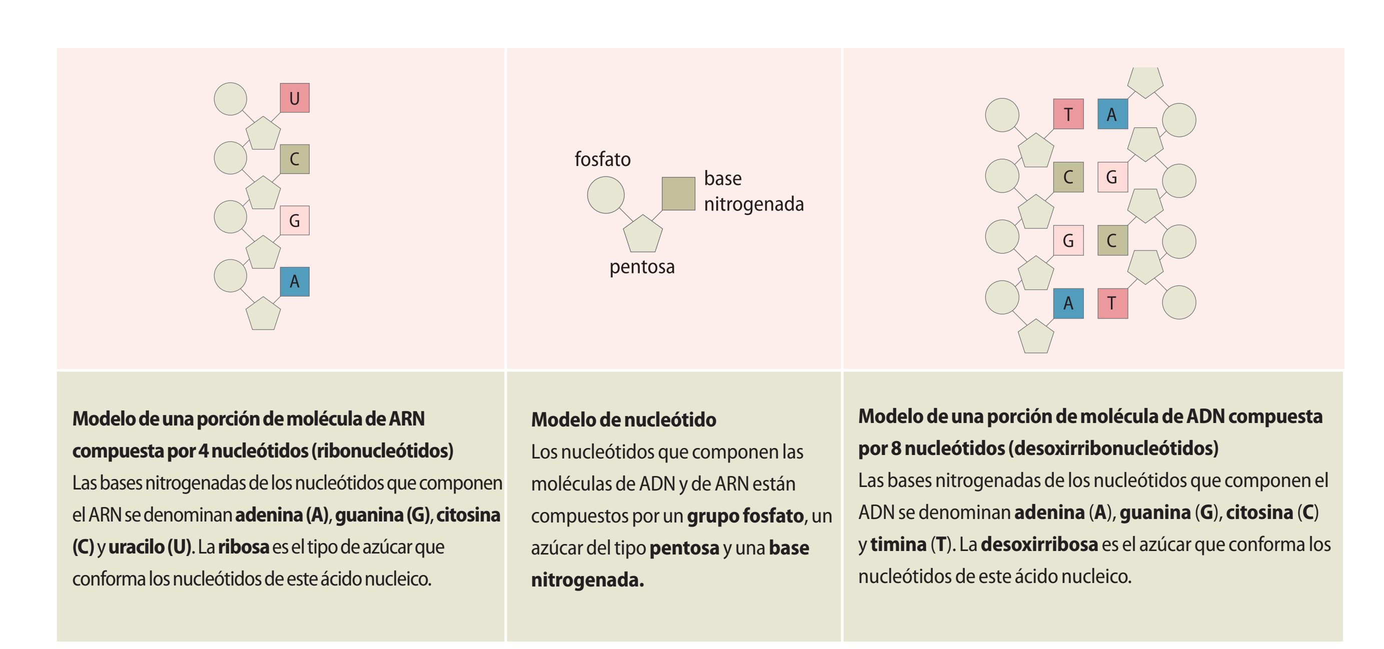
Fórmula desarrollada de un nucleótido

LOS ÁCIDOS NUCLEICOS

El **ADN** y el **ARN** o **ácido ribonucleico** son macromoléculas pertenecientes al grupo de los **ácidos nucleicos**. Estas moléculas poseen la capacidad de almacenar y transmitir la información genética. Ambos ácidos nucleicos están constituidos por el enlace de unidades características denominadas **nucleótidos**.

Cada nucleótido está compuesto por una **base nitrogenada**, un **grupo fosfato** y un tipo de **azúcar**. Sin embargo, la molécula de ADN se diferencia de la de ARN por la composición química de sus nucleótidos.

Para comprender la composición y estructura de los nucleótidos, se elaboran modelos gráficos. En los siguientes modelos de nucleótidos, sus componentes se representan con figuras geométricas y colores variados.



Modelo de una porción de molécula de ARN compuesta por 4 nucleótidos (ribonucleótidos)
Las bases nitrogenadas de los nucleótidos que componen el ARN se denominan **adenina (A)**, **guanina (G)**, **citosina (C)** y **uracilo (U)**. La **ribosa** es el tipo de azúcar que conforma los nucleótidos de este ácido nucleico.

Modelo de nucleótido
Los nucleótidos que componen las moléculas de ADN y de ARN están compuestos por un **grupo fosfato**, un azúcar del tipo **pentosa** y una **base nitrogenada.**

Modelo de una porción de molécula de ADN compuesta por 8 nucleótidos (desoxirribonucleótidos)
Las bases nitrogenadas de los nucleótidos que componen el ADN se denominan **adenina** (**A**), **guanina** (**G**), **citosina** (**C**) y **timina** (**T**). La **desoxirribosa** es el azúcar que conforma los nucleótidos de este ácido nucleico.

Además de diferenciarse por su composición química, las moléculas de ADN y de ARN varían en su estructura.

La molécula de ARN está compuesta por una cadena de nucleótidos; la de ADN, en cambio, por dos cadenas enfrentadas de nucleótidos.

En la molécula de ADN, la forma que adoptan las dos cadenas enfrentadas de nucleótidos se parece a la estructura que tiene una escalera caracol. Debido a esta disposición de nucleótidos tan característica de la molécula, se la conoce como la **doble hélice**. Las cadenas de ADN se disponen en forma de hélice torcida hacia la derecha. El diámetro de la hélice es uniforme a lo largo de toda la molécula.

Las dos cadenas enfrentadas de la molécula de ADN son antiparalelas y complementarias. Se las considera antiparalelas porque las cadenas tienen sentido opuesto; y complementarias porque las bases se enfrentan formando los siguientes pares: **adenina-timina** (**A-T**) y **citosina-guanina** (**C-G**). Las bases apareadas se enlazan entre sí a través de uniones del tipo **puente de hidrógeno**.



I. ¿Cómo extraer el ADN de las células?

Para responder esta pregunta necesitan un hígado de pollo, una varilla de vidrio, un mortero, vasos de precipitados, una pipeta, una probeta, un embudo, sal de mesa (cloruro de sodio), alcohol etílico, detergente, un puñado de arena y un trocito de tela.

1. Coloquen el hígado de pollo en el mortero. Añadan arena y trituren.

2. Agreguen 50 ml de agua mientras trituran y mezclen hasta formar una papilla.

3. Filtren el triturado varias veces con una tela para separar los restos de tejidos.

4. Midan el volumen de filtrado en la probeta.

5. Coloquen el filtrado en un vaso de precipitados.

6. Disuelvan 10 g de sal en 100 ml de agua.

7. Añadan al filtrado un volumen igual de la solución salina.

8. Agreguen a la mezcla 1 ml de detergente de cocina.

9. Midan 50 ml de alcohol etílico con la pipeta y añádanlos con cuidado, sobre las paredes internas del vaso.

10. Revuelvan la mezcla con la varilla de vidrio.

11. Podrán observar que sobre la varilla se adhieren fibras de color blanco: son agrupaciones de varias moléculas de ADN .





Paso 1



Paso 3



Paso 9





Paso 10



Paso 11

II. ¿Cómo observar el ADN de las células?

Si en la escuela cuentan con un microscopio, hematoxilina, porta y cubreobjetos, podrán observar las hebras de ADN con el siguiente procedimiento.

1. Tomen una muestra del ADN adherido a la varilla y colóquenla sobre un portaobjetos.

2. Para confirmar la presencia de ADN en la muestra, agreguen unas gotas de hematoxilina, u otro colorante básico que tenga especificidad por el ADN, y dejen actuar unos minutos.

3. Cubran la muestra y observen el preparado por el microscopio.

6. Dibujen la estructura aparente del ADN.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

El ADN en la historia

El ADN se conoce desde 1869, cuando el bioquímico suizo Friedich Miescher extrajo de los núcleos celulares un ácido blanco que contenía nitrógeno y fósforo. Primero lo llamó ácido nucleico y más tarde ácido desoxirribonucleico, para diferenciarlo del ARN.

En 1921, el bioquímico ruso Proebus Levene demostró que el ADN puede descomponerse en cuatro bases nitrogenadas, una pentosa y grupos fosfato. Además, dedujo correctamente que dichas moléculas se hallan unidas formando nucleótidos, pero llegó a la conclusión errónea de que las cuatro bases se hallan en cantidades iguales en el ácido nucleico, pues así parecía ocurrir en todas las muestras que él analizó.

En 1949, el bioquímico austríaco Edwin Chargaff, después de analizar el ADN de variadas especies, comprobó que las proporciones de las cuatro bases variaban de una a otra. Pero observó también que la composición del ADN era la misma en todos los individuos de una especie. Sus investigaciones dieron que los porcentajes de adenina coincidían con los de timina y los de citosina con los de guanina.

CON-FORMACIÓN CIENTÍFICA

El modelo de ADN

PARA EL AÑO 1952, CUANDO EL BIOQUÍMICO NORTEAMERICANO JAMES WATSON Y EL FÍSICO INGLÉS FRANCIS CRICK SE INTERESARON EN EL ADN, YA HABÍA FUNDADAS SOSPECHAS DE QUE ÉSTE ERA EL MATERIAL QUE CONTENÍA LA INFORMACIÓN HEREDITARIA.

Ya que era imposible observar la estructura del ADN con los instrumentos ópticos, en aquel año resultaba un gran desafío imaginar la molécula y construir un modelo adecuado al conocimiento disponible. Había que pensar en una estructura molecular que pudiera almacenar información, transmitirla a la descendencia, traducirla en actividades celulares y experimentar eventuales cambios.

Para la construcción de su modelo fueron muy importantes dos tipos de datos: las hipótesis de Chargaff acerca de las proporciones de las bases y los estudios de difracción de rayos X realizados por Rosalind Franklin y Maurice Wilkins.

El modelo del ADN de Watson y Crick, publicado en 1953, incorpora la siguiente información:

- la molécula de ADN consta de dos cadenas antiparalelas de nucleótidos enrolladas alrededor de un eje común;
- las unidades de fosfato y desoxirribosa se ubican en el exterior de la hélice y las bases en el interior de la misma;
- las bases enfrentadas forman un plano perpendicular al eje de la hélice;
- la adenina se aparea con la timina y la citosina con la guanina a través de uniones puente de hidrógeno;
- una vuelta completa de la hélice tiene diez pares de bases; y
- las bases pueden sucederse en cualquier orden.





La biofísica inglesa Rosalind Franklin (1920–1958) y el físico neocelandés Maurice Wilkins (1916-2004) atravesaron cristales de ADN con rayos X y obtuvieron imágenes que permitieron calcular la disposición tridimensional de los átomos en la molécula. Las imágenes obtenidas por estos científicos inclinaron a Watson y Crick a postular la estructura en forma de doble hélice para el ADN.



1. ¿Cuáles son los trabajos previos citados por Watson?

2. ¿Cuál es la importancia de que fuera el orden de las bases el aspecto irregular en la estructura del ADN?

3. ¿Qué tipo de deducciones posibilitó el descubrimiento de la complementariedad de bases en el modelo estructural del ADN?

Esto decía Watson...

En su libro *La doble hélice* (1968), Watson relata los detalles de la construcción del modelo de la molécula de ADN.

En seguida nos dimos cuenta de que la solución del ADN podría ser más complicada que la hélice α de las proteínas. En la hélice α, una sola cadena formada por un gran número de aminoácidos se enrolla en una disposición helicoidal. Sin embargo, Maurice (Wilkins) había dicho a Francis (Crick) que el diámetro de la molécula de ADN era más grueso de lo que sería si solo estuviera presente una única cadena de muchos nucleótidos. Esto le hacía pensar que la molécula de ADN era una hélice compuesta, formada de varias cadenas de nucleótidos arrolladas una en torno a la otra. Si esto era cierto, antes de comenzar en serio la construcción del modelo era preciso decidir si las cadenas estarían unidas por enlaces de hidrógeno o por enlaces iónicos que afectaran a los grupos de fosfatos, de carga negativa.
Una nueva complicación provenía del hecho de que existían cuatro tipos de nucleótidos en el ADN. En este sentido, el ADN no era una molécula regular, sino sumamente irregular. Sin embargo, los cuatro nucleótidos no eran completamente diferentes, pues cada uno contenía los mismos componentes de azúcar y fosfato. Su irregularidad radicaba en sus bases nitrogenadas, que eran o una purina (adenina o guanina) o una pirimidina (citosina o timina). Pero, puesto que los enlaces entre los nucleótidos afectaban solo a los grupos fosfato y azúcar, no era tan aventurada nuestra suposición de que el mismo tipo de enlace químico unía a todos los nucleótidos. Así pues, al construir los modelos, postularíamos que la cadena azúcar-fosfato era muy regular, y el orden de bases, muy irregular. Si las secuencias de bases eran siempre las mismas, todas las moléculas de ADN serían idénticas y no existiría la variabilidad que debía distinguir un gen de otro.
A la mañana siguiente, cuando llegué a nuestro despacho, limpié de papeles mi mesa a fin de tener una superficie amplia en la que formar pares de bases unidas por puentes de hidrógeno. De pronto me di cuenta de que un par adenina-timina tenía forma idéntica a la de un par guanina-citosina. Todos los puentes de hidrógeno parecían formarse de un modo natural, y no se necesitaba ningún artificio para que los dos pares de bases fueran idénticos en su forma (...).
(...) había encontrado la solución al enigma de por qué el número de radicales de purina igualaba exactamente al número de radicales de pirimidina. Dos secuencias irregulares de bases podían ser introducidas de un modo regular en el centro de una hélice, siempre que una purina se enlazara por un puente de hidrógeno con una pirimidina. Las reglas de Chargaff emergían de pronto como consecuencia de una estructura de doble hélice para el ADN. Y, lo que era más excitante, este tipo de doble hélice sugería un esquema de multiplicación mucho más satisfactorio que mi idea de emparejar bases semejantes. Emparejar siempre la adenina con la timina y la guanina con la citosina significaba que las secuencias de bases de las dos cadenas eran complementarias una de otra. Dada la secuencia de una cadena, quedaba automáticamente determinada la de su compañera. Era muy fácil imaginar cómo una cadena aislada podía ser la plantilla para la síntesis de una cadena con la secuencia complementaria.

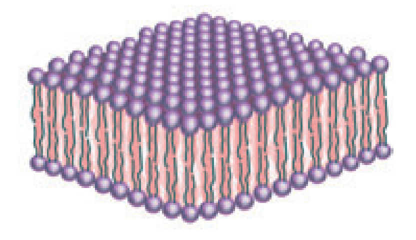


Watson y Crick, junto con Wilkins, fueron distinguidos en 1962 con el Premio Nobel de Fisiología y Medicina por su contribución al cambio de rumbo de la Biología en el siglo XX.

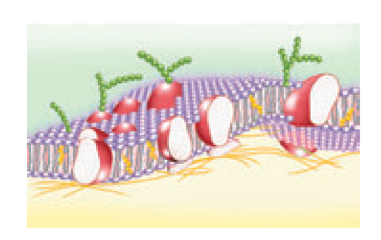
James Watson. *La doble hélice: un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN.* Barcelona, Salvat, 1987.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

- En cada tipo de célula del organismo varía su composición química. Sin embargo, una célula tipo puede estar compuesta por 3 billones de moléculas de proteínas y 100 billones de moléculas de lípidos.
- Las moléculas de lípidos se desplazan a través de la membrana plasmática a una velocidad de 10 µm por segundo.
- Si se pudieran extender las membranas plasmáticas de todas las células de un organismo adulto, se podrían "alfombrar" casi 6 canchas de fútbol (40 000 m^2).



Debido a la presencia de agua en los medios intracelular y extracelular, los fosfolípidos se orientan espontáneamente formando una **bicapa lipídica**: sus cabezas hidrofílicas quedan en contacto con los medios acuosos, mientras que sus colas hidrofóbicas se enfrentan entre sí.



Cada una de las capas que compone la membrana plasmática tiene diferente estructura química, es decir, la bicapa es asimétrica. Las glucoproteínas se disponen hacia el medio extracelular. Las caras intracelular y extracelular de una misma proteína presentan diferentes características y función. Otras proteínas solo se exponen hacia una u otra cara.

La membrana plasmática y la incorporación de nutrientes

Las **células** son las unidades fisiológicas de todos los seres vivos, es decir que cada célula es potencialmente capaz de realizar el conjunto de procesos propio de la vida: todas las células se nutren, se relacionan con el medio que las rodea y, excepto en el caso de ciertas células muy especializadas, también se reproducen.

La nutrición celular incluye una serie de procesos interrelacionados:

- la incorporación de nutrientes;
- el transporte de nutrientes;
- la transformación de nutrientes o metabolismo; y
- la eliminación de los desechos producidos.

Tanto en la incorporación de nutrientes como la liberación de los desechos participa la membrana plasmática.

Estructura de la membrana plasmática

La **membrana plasmática** constituye el límite de todas las células: separa el citoplasma del entorno, sin aislarlo, favoreciendo el intercambio de materia y energía con el medio.

Todas las **membranas biológicas**, ya sean las que delimitan las organelas internas de una célula o la membrana plasmática, poseen una estructura química similar.

Como hasta hoy las imágenes obtenidas de la membrana plasmática, aun con el microscopio electrónico, no tienen la nitidez necesaria para describir su organización y explicar los procesos que allí se realizan, algunos científicos han propuesto modelos para comprender un poco más sobre su estructura y dinámica.

El modelo vigente desde 1972 es el propuesto por Singer y Nicholson y se denomina **modelo de mosaico fluido**. Ellos propusieron que la membrana plasmática está compuesta por una doble capa de fosfolípidos.

Como se describió en la página 19, los **fosfolípidos** son macromoléculas de estructura compleja. Poseen una **cabeza hidrofílica** que en la membrana plasmática está ubicada hacia el medio acuoso, y dos **colas hidrofóbicas** opuestas al medio acuoso.

El término "fluido" con el que Singer y Nicholson han denominado el modelo hace alusión a cierto movimiento que tendrían las moléculas a través de la bicapa. Según el modelo, las membranas no son estructuras rígidas, por el contrario, se comportarían como películas con la fluidez propia de un aceite.

En la estructura química de la membrana plasmática no solo intervienen los fosfolípidos; también está compuesta por **proteínas** y **glucoproteínas** enclavadas en el espesor de la bicapa. Esta disposición le confiere a la membrana el aspecto de un "mosaico".

Mientras que los lípidos constituyen el material de soporte y barrera de la membrana plasmática, las proteínas y las glucoproteínas intervienen en:

- el transporte de las sustancias que ingresan en la célula, o salen de ella;
- la captura de estímulos provenientes del medio extracelular;
- la comunicación entre las células;
- reacciones químicas específicas; y
- el reconocimiento de moléculas propias y ajenas.

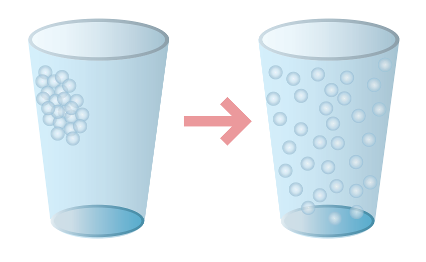
Dinámica de la membrana plasmática

La membrana plasmática, límite de las células, está comprendida entre dos medios acuosos: el **medio intracelular** y el **medio extracelular**. La integridad de la célula es mantenida por esta delicada película que no se disuelve en agua.

Tanto en el medio intracelular como en el extracelular hay soluciones acuosas. Una **solución** es la reunión de una o más sustancias, a las que se llama **solutos**, mezcladas en un material disolvente o **solvente**. En el organismo humano, como en los demás seres vivos, el material solvente es el agua.

La **concentración** es una de las magnitudes que se utilizan para indicar la proporción de soluto y de solvente que hay en una solución. Habitualmente se expresa la concentración como la relación entre la masa de soluto y el volumen de la solución (por ejemplo: gramos de soluto/litro de solución).

Si bien la membrana plasmática es una barrera de contención, esta película permite el intercambio de solutos y de solvente entre la célula y su medio.



Las partículas no cesan sus movimientos al alcanzar la situación de equilibrio, sino que, a igual concentración en distintos puntos del sistema, y debido al movimiento azaroso de las moléculas, la probabilidad de que una molécula se mueva de derecha a izquierda es igual a la probabilidad de que otra lo haga de izquierda a derecha, con lo cual no se observa un desplazamiento neto. El equilibrio alcanzado en esta situación se denomina **equilibrio dinámico**.

DIFUSIÓN

Las partículas se mueven en el espacio disponible de acuerdo con la **energía cinética** que poseen. Cuando en un medio existen diferentes concentraciones de un soluto, la energía cinética y el desplazamiento aleatorio de sus partículas determinan la probabilidad de que al cabo de un tiempo, y si no hay obstáculos, éstas se distribuyan de manera homogénea en el espacio. En esta situación, se anula la diferencia de concentración porque el soluto se desplazó desde las zonas de mayor a las de menor concentración, hasta igualarse en todos los puntos del sistema. El fenómeno se denomina difusión.

La **difusión**, entonces, es el movimiento neto de partículas en solución desde la zona donde están más concentradas hacia la zona donde su concentración es menor, hasta alcanzar una concentración uniforme en todo el sistema. La velocidad de este proceso depende de la temperatura: a mayor temperatura, mayor velocidad de difusión.

DIFUSIÓN SIMPLE

En la célula, la difusión es un fenómeno espontáneo, es decir, no hay uso de energía en este pasaje de materiales, por eso se la considera un tipo de **transporte pasivo**.

La diferencia gradual en la concentración de las partículas a cierta distancia, se denomina **gradiente de concentración**. Se utiliza la expresión *movimiento a favor de gradiente* para indicar el desplazamiento que se verifica durante la difusión. Cuanto mayor es el gradiente, mayor es la velocidad de difusión y, al alcanzar el equilibrio, el gradiente se anula.

Cuando se produce un movimiento desde la zona de menor a la de mayor concentración, en cambio, se habla de un *movimiento contra gradiente*. Los movimientos contra gradiente no son espontáneos, y son fenómenos distintos de la difusión.

Además de la existencia de un gradiente de concentración entre los medios intracelular y extracelular, para que una sustancia difunda a través de la membrana se requiere que sus moléculas sean suficientemente pequeñas.

Las sustancias solubles en lípidos pueden atravesar la membrana fácilmente siguiendo su gradiente de concentración, tal es el caso del **oxígeno** y el **dióxido de carbono**. Este pasaje a través de esta bicapa lipídica se llama **difusión simple**.

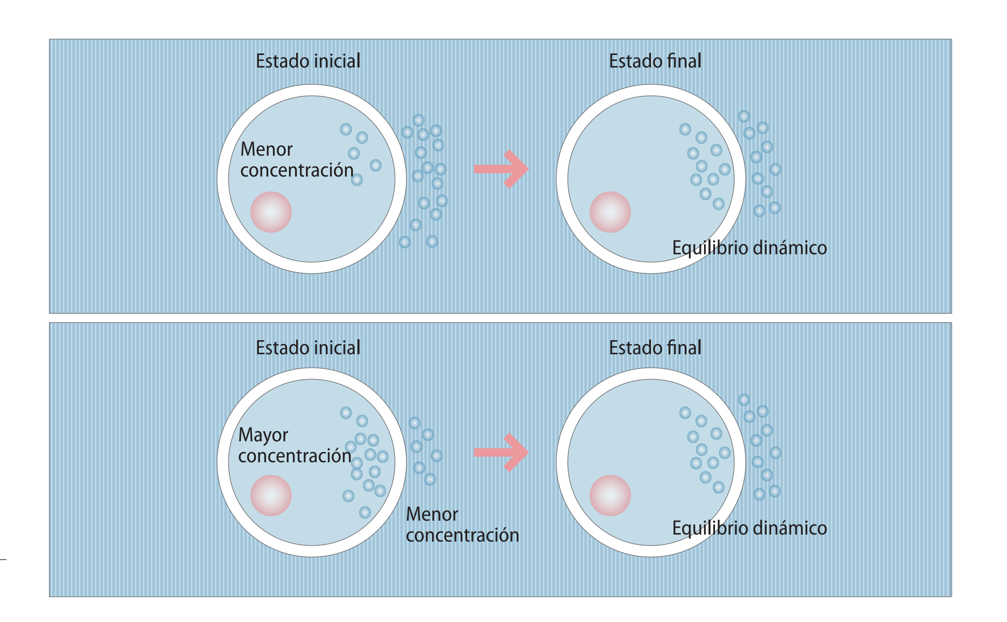
ACTIVIDADES

El oxígeno y el dióxido de carbono son gases solubles en lípidos transportados continuamente por la membrana plasmática de las células humanas: el primero hacia el interior y el segundo hacia el exterior celular. Ambos transportes ocurren sin gasto energético.

a. ¿De qué tipo de transporte se trata?

b. ¿Qué se puede inferir acerca de las concentraciones de estos gases en los medios intracelular y extracelular?

La difusión puede ocurrir hacia el interior o hacia el exterior de la célula; la dirección del movimiento depende de cómo esté establecido el gradiente de concentración para cada sustancia en particular. Así, aquellos solutos que se hallen más concentrados en el exterior de la célula que en el interior de la misma, tenderán a entrar, mientras que los que presenten la situación inversa, tenderán a salir. Los procesos de difusión cesan cuando las concentraciones a ambos lados de la membrana se igualan y se alcanza un equilibrio dinámico.





Para el tratamiento de la deshidratación ocasionada por diarrea, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha difundido la utilización de las sales de rehidratación oral. Éstas se comercializan en forma de polvo y deben disolverse en agua para su administración. La solución obtenida contiene, entre otros solutos, iguales proporciones de glucosa y sodio. Además, la solución salina es isotónica con respecto al plasma. Teniendo en cuenta lo aprendido acerca del transporte a través de la membrana, respondan:

a. ¿Por qué para lograr la rehidratación se administra una solución salina y no simplemente agua?

b. ¿Cómo se relacionan el transporte de sodio y glucosa?

c. ¿Por qué la solución debe ser isotónica?

ÓSMOSIS

En los transportes anteriores, el material movilizado son los solutos. Sin embargo, a través de la membrana también se puede desplazar el solvente hasta alcanzar un estado de **equilibrio dinámico**.

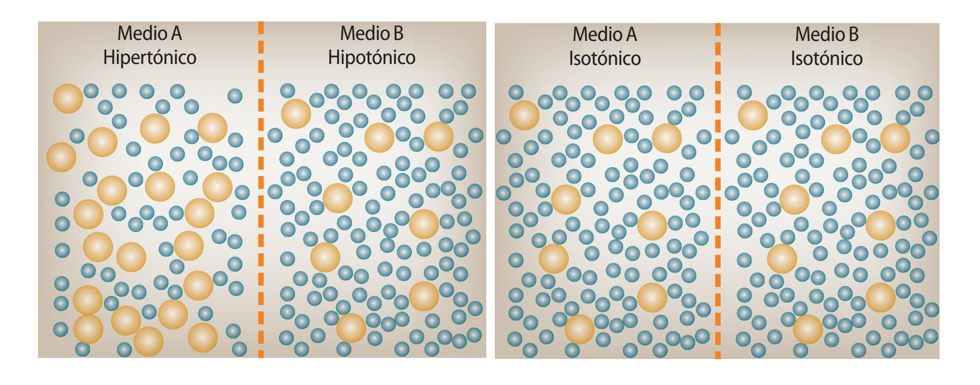
El movimiento del solvente se produce desde la solución más diluida (con menor proporción de soluto y mayor proporción de solvente) hacia la más concentrada (con mayor proporción de soluto y menor proporción de solvente). Este fenómeno se denomina **ósmosis** y se define como el pasaje de un solvente a través de una membrana semipermeable, desde la solución más diluida hacia la más concentrada.

La velocidad con la que se mueven las partículas de agua (o de otro solvente) depende de la cantidad de partículas disueltas en cada una de las soluciones, y no de la naturaleza de las mismas.

Para comparar las concentraciones de dos medios (y por lo tanto, su capacidad de incorporar agua) se utilizan los términos **hipertónico**, **hipotónico** e **isotónico**.

Un medio A es hipertónico con respecto a otro B cuando tiene una mayor concentración de soluto. El medio B resulta entonces hipotónico respecto de A. Son medios isotónicos los que poseen igual concentración de un soluto.

A pesar de que el agua y los lípidos no son sustancias afines, el agua atraviesa fácilmente la membrana plasmática. Este pasaje es libre, espontáneo y sin uso de energía (transporte pasivo). Por eso, que la célula gane, pierda o mantenga constante su volumen de agua dependerá de que el medio interno sea hipertónico, hipotónico o isotónico, respectivamente, en relación al medio extracelular.



El movimiento de agua a través de la membrana plasmática es un proceso osmótico. El ingreso (y el egreso) de agua a la célula depende de la concentración de solutos que haya en los medios intra y extracelular. Si el medio extracelular está más concentrado, ocurre la salida de agua. Por el contrario, si está más diluido, el agua tiende a ingresar en la célula.

Partícula de agua

Partícula de otro material



I. ¿Cómo influye la cantidad de soluto en su difusión?

Para responder esta pregunta necesitan una gradilla, 5 tubos de ensayo, una pipeta graduada, un marcador indeleble o un lápiz graso, un broche de madera, un mechero, un termómetro de laboratorio, un frasco de tinta al agua, un gotero, un reloj y papel cuadriculado.





Paso 3

1. Coloquen en la gradilla los 5 tubos de ensayo.
2. Numeren los tubos del 1 al 5, utilizando el lápiz graso o el marcador.
3. Con la pipeta coloquen en cada tubo 10 cm^3 de agua a temperatura ambiente.
4. Observen la hora (tiempo 1) y regístrenla en un cuadro, al tiempo que con el gotero vierten:
- 1 gota de tinta en el tubo 1,
- 2 gotas de tinta en el tubo 2,
- 3 gotas de tinta en el tubo 3,
- 4 gotas de tinta en el tubo 4,
- 5 gotas de tinta en el tubo 5.

5. Observen y registren en la tabla (tiempo 2) la hora en que la tinta se distribuye homogéneamente en cada tubo.
6. Calculen para cada tubo el tiempo que demoró en esparcirse la tinta. Registren el resultado en la tabla (resta entre el tiempo 2 y el tiempo 1).
7. Utilicen el papel cuadriculado para graficar en un sistema de coordenadas la relación entre el número de gotas de tinta (eje de las X) y el tiempo transcurrido hasta la distribución uniforme (eje de las Y).
8. ¿Qué relación pueden establecer entre la cantidad de gotas y el tiempo que tarda cada solución de tinta en alcanzar una concentración homogénea?

II. ¿Qué relación puede establecerse entre la temperatura en la velocidad de difusión?

Para responder esta pregunta, diseñen una actividad experimental.
1. Escriban el procedimiento a seguir para realizar la actividad.
2. Realicen la actividad experimental.
3. Registren y analicen los resultados.
4. Elaboren una conclusión.





Paso 3

III. ¿En qué situaciones ocurre el transporte de agua por ósmosis?
Para responder esta pregunta necesitan una ramita de elodea (planta acuática que se compra en acuarios), lápices de colores, microscopio óptico, porta y cubreobjetos, una cucharita o espátula, glucosa y agua.

1. Coloquen una gota de agua en un portaobjetos y sobre ella una hojita de elodea. Realicen otro preparado de la misma manera.
2. Identifiquen uno de los preparados con el número 1 y cúbranlo.
3. Identifiquen el otro preparado con el número 2 y agréguenle una punta de espátula de glucosa, por encima y rodeando la hoja. Luego, cúbranlo.
4. Observen inmediatamente ambos preparados al microscopio, dibujen y coloreen lo que observan.
5. Esperen 30 minutos y observen nuevamente los preparados. Dibujen y coloreen lo que observan.
6. ¿Qué diferencias encuentran entre ambos preparados antes y después de los 30 minutos?
7. Formulen una explicación sobre los resultados.



1. Analicen cada uno de los casos que se presentan a continuación. Determinen el tipo de transporte que llevó a la situación descripta o que se producirá a partir de ella; e indiquen el sentido del transporte (hacia adentro o hacia fuera de la célula). Justifiquen su respuesta en cada caso.

a. La concentración de X es la misma a ambos lados de la membrana. X es una partícula pequeña (un ión), insoluble en lípidos.
b. La concentración de sodio (Na^{+}) extracelular es mucho mayor que la concentración intracelular.
c. Z es una molécula pequeña soluble en lípidos cuya concentración es mayor en el medio extracelular que en el medio intracelular.
d. Un soluto que no atraviesa la membrana se halla más concentrado en la solución acuosa del citoplasma que en el medio extracelular.
e. Macromoléculas proteicas del medio extracelular aparecen en el interior de vesículas citoplasmáticas.
f. Una vacuola que brota del aparato de Golgi contiene lipoproteínas de exportación.
g. Un glóbulo rojo es colocado en una solución hipertónica. La membrana no permite el pasaje del soluto.
h. Un señor que limpia su jardín decide matar babosas arrojándoles sal.
i. Una raíz crece en un suelo cuya solución es hipotónica con respecto a las células de la raíz. Los solutos no abandonan la raíz.

2. Copien la trama conceptual de la página 9 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

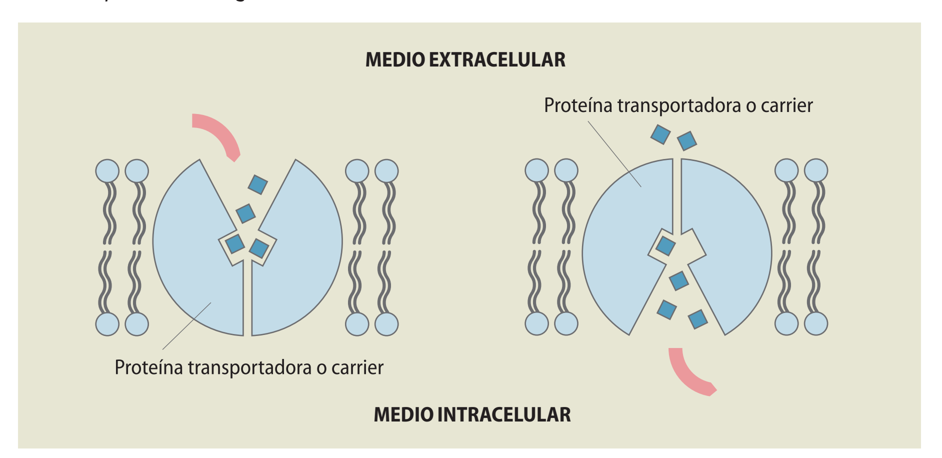
DIFUSIÓN FACILITADA Ciertos solutos atraviesan la membrana plasmática por **difusión facilitada**, a través de las proteínas presentes en la membrana.

La bicapa lipídica posee dos tipos de **proteínas transportadoras:** los canales y los carriers.

Los **canales** son proteínas con un conducto interior que permite el pasaje de determinados solutos, por ejemplo, calcio, potasio, sodio, cloro y otros **iones** (átomos con carga eléctrica).

Los **carriers** facilitan el transporte por un proceso diferente: cambian momentáneamente su estructura y se abren hacia un lado y otro de la membrana en forma alternada. La molécula a transportar se liga al carrier en una cara de la membrana y entonces éste cambia su forma, transfiriendo la molécula a la cara opuesta. Cuando la molécula se separa del carrier, del otro lado de la membrana, el carrier retorna a su configuración inicial y comienza un nuevo ciclo. La **glucosa** y los **aminoácidos** difunden hacia las células y desde ellas con la ayuda de carriers.

El pasaje de solutos por difusión facilitada es un **transporte pasivo**, es decir, no requieren del aporte de energía.



Tanto los canales como los carriers presentan una afinidad muy específica por un tipo de sustancia, de modo que existen canales y carriers específicos para cada soluto.

TRANSPORTE ACTIVO POR BOMBAS La difusión solo permite a las células llegar a un equilibrio dinámico con el medio que las rodea, puesto que el transporte se realiza a favor de un gradiente hasta que éste se anula. Sin embargo, las células pueden transportar sustancias en contra de su gradiente de concentración. Por ejemplo, el medio intracelular tiene una elevada concentración de **potasio**, mientras que el medio extracelular es muy pobre en dicho soluto. La concentración de **sodio**, en cambio, es mayor en el medio extracelular que en el intracelular. Las células mantienen estas diferencias, aun contra la tendencia espontánea hacia el equilibrio dinámico, debido a ciertas proteínas transportadoras llamadas bombas.

Las **bombas** son proteínas de la membrana que reconocen específicamente a determinados solutos, de moléculas relativamente pequeñas, y los transportan como lo hacen los carriers, pero en contra de su gradiente de concentración.

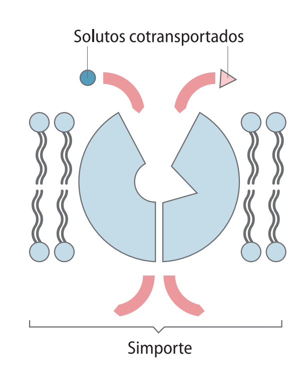
Las bombas usan energía para realizar este pasaje, por eso se le llama **transporte activo**. Una bomba muy importante en las membranas de las células es la **bomba de sodio** y **potasio**, que transporta sodio hacia el medio extracelular y potasio hacia el medio intracelular, contra sus respectivos gradientes de concentración. La **bomba de calcio**, en cambio, es otra bomba específica para el transporte de este soluto.

TRANSPORTE ACTIVO SECUNDARIO

Entre los materiales que se encuentran dentro y fuera de la célula, puede ocurrir otro tipo de pasaje en el que la célula usa energía, el **transporte activo secundario**.

En este tipo de transporte intervienen **proteínas cotransportadoras** que movilizan dos tipos de materiales simultáneamente, uno a favor y otro en otra contra del gradiente. El soluto movilizado a favor del gradiente "arrastra" consigo a otro material.

En algunas células, por ejemplo, hay **cotransportadores de sodio y glucosa**. Como la célula mantiene una baja concentración de sodio, debido a la acción de la bomba de sodio y potasio, este soluto tiende a ingresar en la célula. Cuando el cotransportador une sodio, también une glucosa. Luego cambia la conformación de la proteína transportadora y ambas sustancias, sodio y glucosa, son liberadas en el medio intracelular. Entonces, el pasaje de sodio ocurre a favor de su gradiente y facilita el ingreso de glucosa, en contra de su gradiente.



Si bien el transporte activo secundario de la glucosa no usa energía, depende de la bomba de sodio y potasio que sí la utiliza. El cotransporte de sodio y glucosa es un **simporte**, pues ambas sustancias son transportadas en el mismo sentido. Existen otros cotransportadores que realizan un **antiporte**, es decir, un movimiento de materiales en sentidos opuestos.

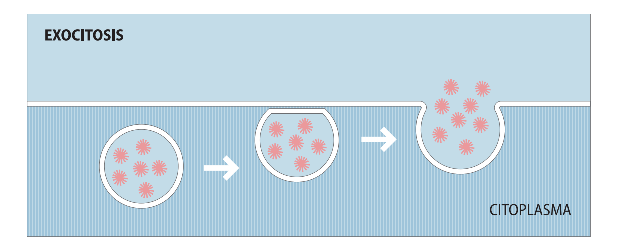
TRANSPORTE EN MASA

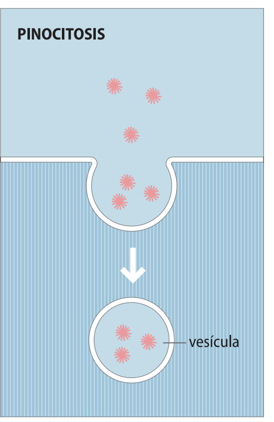
El transporte en masa es un conjunto de procesos que ocurren durante la incorporación o eliminación de macromoléculas o células, aunque sean de dimensiones mayores a los canales de las proteínas transportadoras que forman la membrana. Estos pasajes son **transportes activos** porque requieren uso de energía.

La incorporación de grandes partículas se denomina **fagocitosis**. Cuando estas partículas toman contacto con la membrana celular se inicia la proyección de la membrana y el citoplasma (en el que interviene el citoesqueleto), formando dos prolongaciones o **pseudópodos** que rodean la partícula a incorporar. Una vez que ésta ha sido englobada, los pseudópodos fusionan sus membranas y se forma una bolsa membranosa, la **vesícula**, que se desprende de la membrana celular hacia el interior de la célula. La vesícula resultante es un **fagosoma**.

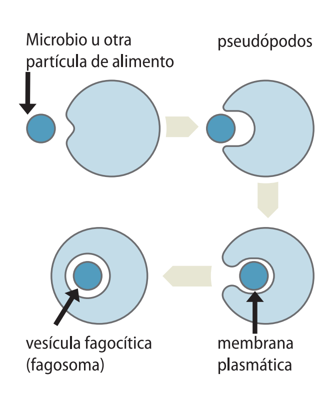
La **pinocitosis** es otro tipo de pasaje que permite a las células incorporar macromoléculas en suspensión en el medio, formando una depresión en la superficie celular en cuya parte más profunda se originan las **vesículas pinocíticas**.

La **exocitosis** es un proceso de transporte mediante el cual la célula exporta macromoléculas. Éstas son previamente incorporadas a una vesícula que se acerca a la membrana plasmática y luego se fusiona con ella, volcando su contenido al exterior. Dos tipos de vesículas son exocitadas: las **vesículas de secreción** y las **excretoras**. Las primeras provienen del aparato de Golgi y transportan macromoléculas que fueron sintetizadas en el sistema de endomembranas y están destinadas a actuar fuera de la célula (como las **hormonas**). Las vesículas excretoras, en cambio, contienen materiales de desecho.





Modelos simplificados de exocitosis y pinocitosis.



En el organismo humano, algunos glóbulos blancos contribuyen a la defensa del organismo fagocitando virus y bacterias invasores, que posteriormente destruyen.

HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

El lenguaje está involucrado en toda actividad social. Sirve para relatar experiencias, expresar sentimientos y opiniones, comentar una película, proponer un proyecto, etcétera.
En ciencias, el lenguaje es la única vía para comunicar inventos y descubrimientos, consultar textos y preguntar a científicos sobre los últimos avances en una línea de investigación, explicar cómo se usa un nuevo instrumento de laboratorio, dar clases, aprobar o disentir sobre el tema que expone oralmente cierto conferencista en un congreso, etcétera.
Describir, definir, explicar, justificar, argumentar y demostrar son habilidades lingüísticas usadas no solo por la comunidad científica sino, también, por el resto de la sociedad.

La descripción y los textos descriptivos

Describir es elaborar una serie de proposiciones que enumeran propiedades, características y cualidades de objetos, procesos, fenómenos o acontecimientos, sin necesidad de establecer explícitamente causas ni consecuencias. Dichas proposiciones pueden construirse a través de todo tipo de lenguajes y códigos (verbales o no verbales). En síntesis, describir es representar objetos o hechos con palabras, imágenes u otros signos. La descripción se basa en la observación y está relacionada con la comparación (establecimiento de semejanzas y diferencias) y con la clasificación.
Hay descripciones más simples y otras, más complejas. Por ejemplo, es más fácil describir objetos o procesos sencillos observables mediante la vista, que aquellos perceptibles por otros sentidos. La más compleja es la descripción de fenómenos no perceptibles, por ejemplo, conceptos o ideas.
Una descripción bien lograda permite que el receptor imagine lo representado de forma similar a la idea que tenía el emisor cuando la produjo.

¿Dónde hay descripciones?
En los textos de los informes y de divulgación científica abundan las descripciones.
En los libros escolares, las **definiciones** son un ejemplo muy frecuente de texto descriptivo; exponen el contenido de un término, que se supone desconocido, con la ayuda de términos conocidos.
Las descripciones suelen ir acompañadas de representaciones gráficas, como diagramas, esquemas, mapas, dibujos, fotos, etcétera.
En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, las descripciones son muy frecuentes: los docentes las usan para ayudar a los estudiantes para que imaginen cómo es un objeto o proceso, y ellos para demostrar que lo conocen.

DESCRIPCIÓN			
PROPÓSITO	ORIGEN	RESPONDE A	CARACTERÍSTICAS
Mostrar personas, objetos, lugares, procesos, fenómenos, a través de la enumeración de sus características, partes, pasos, etcétera.	Observar, comparar (establecer similitudes y diferencias), ordenar, situar en un espacio, identificar lo esencial.	¿Qué es o era? ¿Cómo es o era? ¿Qué hace o hacía? ¿Para qué sirve o servía? ¿Dónde está o estaba? ¿A qué se parece o parecía? ¿Cómo se mueve o se movía?	- Verbos en presente o en pretérito imperfecto del modo indicativo; - adjetivos calificativos, sinónimos y antónimos; - conectores aditivos; - conectores temporales; - conectores espaciales; - conectores contrastivos; - comparaciones, metáforas y metonimias; - ejemplificaciones.

¿Cómo reconocer un texto descriptivo?

En general, los **textos descriptivos** suelen formar parte de otros tipos de textos. Sin embargo, reúnen una serie de características que permite su detección.
En la página 11 de este libro se puede leer:

> Los hidratos de carbono son nutrientes que aportan energía al organismo mucho más rápidamente que los demás macronutrientes. También se denominan carbohidratos, glúcidos o azúcares. En el lenguaje cotidiano, el término glúcidos o azúcares se asocia con el sabor dulce. Sin embargo, la mayoría de los alimentos que contienen hidratos de carbono, como las papas o el arroz, no tienen este sabor.

Este texto es descriptivo porque responde a la pregunta ¿Qué son los hidratos de carbono? En él también se pueden encontrar otras características propias de este tipos de texto, como por ejemplo:

- verbos en presente o en pretérito imperfecto del modo indicativo (son, aportan, se denominan, se asocia, contienen, tienen);
- adjetivos calificativos y sinónimos (dulce; carbohidratos, glúcidos o azúcares);
- conectores aditivos (También)
- conectores contrastivos (Sin embargo)
- comparaciones (mucho más rápidamente que);
- ejemplificaciones (como las papas o el arroz);
- definiciones (Los hidratos de carbono son nutrientes que aportan energía al organismo mucho más rápidamente que los demás macronutrientes.)

El siguiente es un texto extraído de una revista de divulgación científica que describe un sector de la costa de la provincia de Buenos Aires:

> El noreste de Buenos Aires, en las cercanías de la Capital Federal, recibe permanentemente aportes genéticos de las regiones subtropicales del país, debido a la acción de los ríos Paraná y Uruguay, que constituyen importantes vías de penetración para la fauna y la flora. Una densa franja de vegetación selvática se desarrolla a lo largo de estos cursos de agua en islas y riberas, donde los sedimentos acarreados por los ríos forman un lomo conocido como albardón. Paralelos al río, se encuentran los madrejones, nombre que reciben los cauces abandonados, en general cubiertos por un denso tapiz flotante; hacia el interior aparecen bañados, pajonales y lagunas. Aunque empobreciéndose paulatinamente hacia el sur, esta vegetación alcanza las riberas del Río de la Plata y su extremo austral se encuentra en Punta Lara, en las cercanías de la ciudad de La Plata.
>
> Durante las grandes crecientes, las aguas penetran en el interior de las islas inundando madrejones y lagunas, y arrastrando con potencia arrolladora troncos, camalotes y otras masas de vegetación flotante, que son llevados hacia el sur, a menudo hasta las costas del Río de la Plata. Una multitud de habitantes que vive en los sitios inundados, y que se refugia en las islas flotantes, es transportada con ellas. Actualmente se trata de fauna menor, pero en el pasado llegaban hasta el delta del Paraná embalsados que transportaban yaguaretés y otros grandes mamíferos.
>
> Revista *Ciencia Hoy*, Volumen 1, N° 1, diciembre/enero 1989.

Este texto es descriptivo porque responde a la pregunta ¿Cómo es y cómo era este sector de la costa de la provincia de Buenos Aires?
Otras características propias del texto descriptivo son, como por ejemplo:

- verbos en presente o en pretérito imperfecto del modo indicativo (recibe, constituyen, se desarrolla, forman, se encuentran, aparecen, alcanza, penetran, son llevados, vive, llegaban, transportaban)
- conectores temporales (permanentemente, paulatinamente, durante, a menudo, actualmente)
- adjetivos calificativos y sinónimos (importantes, densa, selvática, denso, flotante, grandes, arrolladora, inundados, menor, lomo o albardón)
- conectores contrastivos (aunque, pero)
- conectores espaciales (en las cercanías, a lo largo, donde, paralelos, hacia el interior, hacia el sur, en el interior, hasta)
- conectores aditivos (y)
- definiciones (madrejones, nombre que reciben los cauces abandonados)

Los conectores aditivos
Y, además, encima, después, incluso, igualmente, asimismo, también, tal como, del mismo modo, ni tampoco, son conectores aditivos o sumativos.

Los conectores temporales
Cuando, de pronto, en ese momento, entonces, luego, más tarde, mientras tanto, una vez, un día, en aquel tiempo, de repente, en seguida, son conectores temporales.

Los conectores espaciales
Enfrente, delante, detrás, arriba, abajo, al fondo, a la derecha, a la izquierda, a lo largo, a lo ancho, por encima, son conectores espaciales.

Los conectores contrastivos
Pero, en cambio, sin embargo, ahora bien, sino, en lugar/vez de, por el contrario, antes bien, contrariamente, excepto si, a no ser que, de todos modos, sea como sea, en cualquier caso, a pesar de, no obstante, con todo, aun así, después de todo, así y todo, con todo, son conectores contrastivos o contraargumentativos.

Las definiciones
Gramaticalmente, las definiciones son oraciones breves con la siguiente estructura sintáctica:
artículo + sustantivo + verbo ser + sustantivo ampliado con modificadores.
En algunas definiciones, el verbo está remplazado por dos puntos y no la inicia un artículo, como en los diccionarios. Otras se construyen con otros verbos, como llamar, denominar, designar, nombrar, decir.



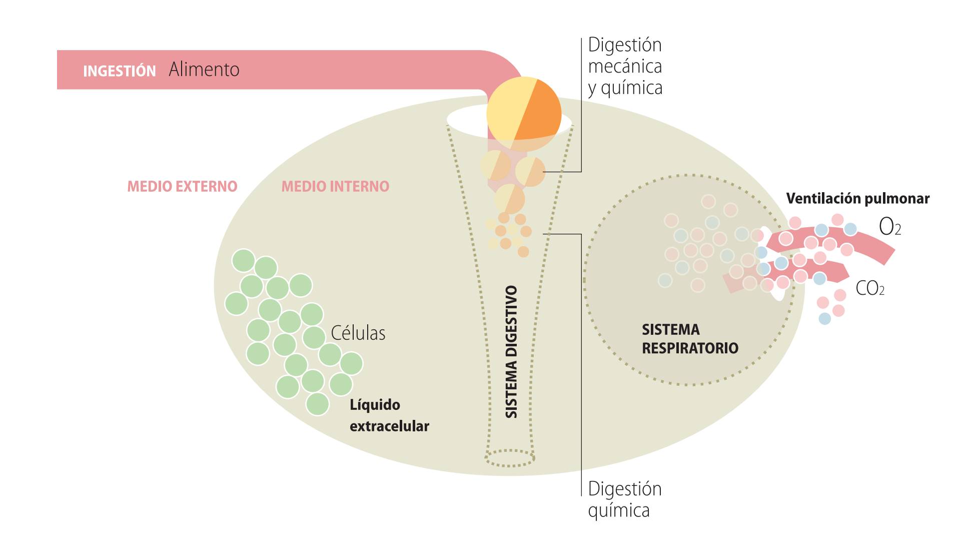
1. Busquen 3 textos descriptivos en las páginas de este capítulo e identifiquen sus características, como se procedió en estas páginas.

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

2 TRANSFORMACIÓN DE LOS NUTRIENTES

Transformaciones en el sistema digestivo

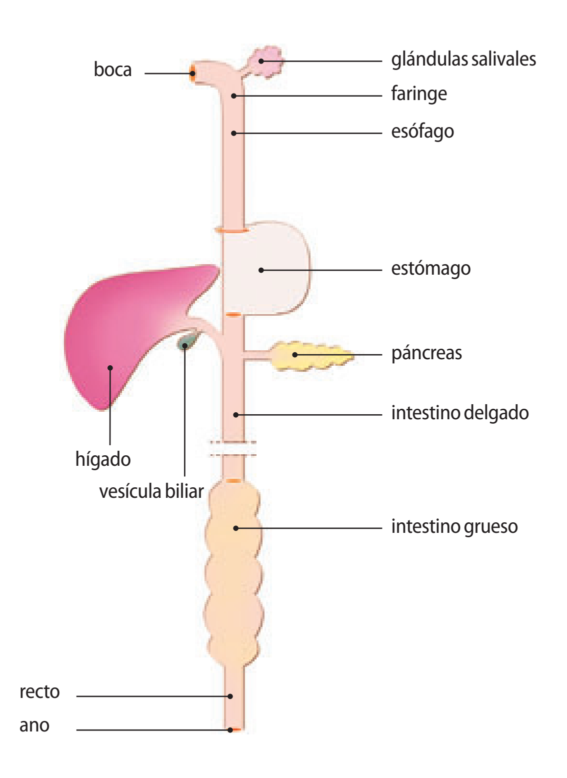
En el **sistema digestivo** no solo se llevan a cabo procesos vinculados con la ingestión de los alimentos (como se explicó en el capítulo anterior), sino también con su transformación o **digestión**, con la absorción de los nutrientes y la eliminación de los materiales no absorbidos (procesos que se explicarán en este capítulo).



Inspiración
Sistema respiratorio
Ventilación pulmonar
Ingestión
Hematosis
Espiración
Sistema digestivo
Digestión
Oxígeno
Respiración celular
Síntesis proteica
Nutrición
Dióxido de carbono
Citoplasma y organoides
ARN
Nutrientes
Organismo humano
Homeostasis
Agua
Membrana plasmática
Células
Núcleo
ADN
Transporte pasivo
Digestión intracelular
Absorción
Transporte activo

Parte del sistema digestivo está formado por un tubo largo y continuo que comienza en la boca y termina en el ano. La mayor parte de ese **tubo** o **tracto digestivo** se encuentra plegado en la cavidad abdominal. El tubo digestivo tiene regiones con estructura y dimensiones diferentes entre sí, donde se producen actividades específicas. Cada porción diferenciada constituye un órgano que, dispuesto uno a continuación del otro, forman un conjunto de órganos relacionados: la **boca**, la **faringe**, el **esófago**, el **estómago**, el **intestino delgado**, el **intestino grueso** y el **recto**, que termina en el **ano**.

Además, el sistema digestivo está compuesto por glándulas externas al tubo, las **glándulas anexas**, como las **glándulas salivales**, el **hígado** y el **páncreas**. Estas glándulas elaboran fluidos que contienen **enzimas** y otras sustancias que, vertidas en el interior del conducto digestivo, intervienen en la transformación o digestión de los alimentos.



Transformaciones en la boca

En la boca comienza la transformación mecánica y química de los alimentos, y se produce la insalivación, la recepción de los sabores de la comida y la deglución.

Durante la **digestión mecánica** de los alimentos, los dientes cortan, desgarran y trituran los alimentos en fragmentos de un tamaño que pueden ser deglutidos o tragados. La masticación de los alimentos también favorece un mayor contacto entre éstos y la saliva.

La **lengua** contribuye a la transformación mecánica, junto con la acción de los músculos de las mejillas.

La **saliva** contiene un tipo de enzima, la **amilasa salival** que actúa sobre el **almidón**, polisacárido contenido en ciertos alimentos, como el pan, el arroz y los fideos. Esta enzima interviene en la degradación del almidón y lo transforma en moléculas de **maltosa**, disacárido de estructura más sencilla. La saliva, entonces, inicia la **digestión química** de un tipo de hidrato de carbono de estructura compleja, el almidón, y lo transforma en otro tipo de carbohidrato de composición más sencilla, la maltosa.



1. Con botones, clips o bolitas de plastilina, modelicen el proceso de digestión del almidón.

2 . ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la digestión del almidón: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?

Modelos científicos

almidón + agua + amilasa salival → maltosa + amilasa salival

La ruptura de las uniones entre las unidades glucosa del almidón se produce con la adición de agua. El producto es gran cantidad de moléculas de maltosa. Esta reacción se produce en un pH entre 7 y 8, es decir, ligeramente alcalino porque la saliva contiene bicarbonato de sodio.

Modelo simplificado de la hidrólisis del almidón en la boca

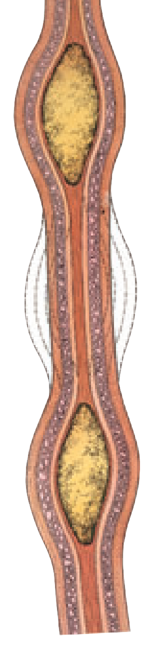
almidón → **maltosa**

Modelos escolares

almidón → **maltosa**

En este modelo, cada clip representa una unidad glucosa, es decir, un conjunto definido de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno.

Desde el esófago al recto, la pared del tubo digestivo consta básicamente de cuatro capas concéntricas de tejidos. Si bien cada órgano de este conducto está especializado en una fase particular del proceso digestivo, la estructura básica de cada uno de ellos es similar.



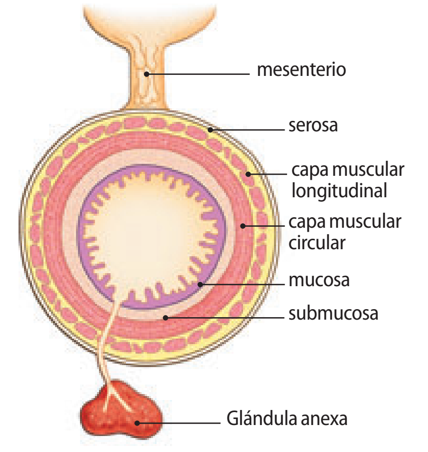
El **peristaltismo** es un movimiento que impulsa el alimento a lo largo del tubo digestivo en dirección hacia el ano, aunque la persona esté en posición vertical o en situación de ingravidez, como le ocurre a los astronautas en el espacio exterior.

- La **mucosa** es la capa más interna. Está constituida por células epiteliales, algunas secretoras de mucus y en ciertos lugares presenta glándulas.
- La **submucosa** está formada por tejido conectivo y contiene vasos sanguíneos, linfáticos, glándulas y nervios.
- El **tejido muscular liso** es una capa que presenta una zona interna cuyas células se disponen en forma **circular**, y una externa en la que están en disposición **longitudinal**. La contracción y relajación de ambas capas de músculo produce los movimientos de segmentación y peristaltismo del tubo digestivo. En algunas regiones de este tubo, la capa de tejido muscular circular está engrosada y forma bandas anchas circulares llamadas **esfínteres**. Los esfínteres se contraen o relajan, y así actúan como válvulas que regulan el pasaje del alimento de un órgano del tubo digestivo a otro.
- La **serosa** o **peritoneo**, es una capa de tejido conectivo que cubre la superficie externa de los órganos de la cavidad abdominal. El **mesenterio** es un pliegue de peritoneo que sostiene y fija la mayor parte del tubo digestivo a la pared posterior del abdomen.

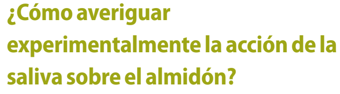
A través de la **deglución**, el bolo alimenticio ingresa a la faringe y luego al esófago. El **esófago** es un tubo de aproximadamente 25 cm de longitud que conecta la faringe con el estómago a través del **cardias**. Éste es un anillo de fibras musculares que se dilata con la entrada del alimento y se contrae luego, impidiendo el reflujo del contenido del estómago al esófago.

La mucosa del esófago secreta mucus que lubrica sus paredes y facilita el desplazamiento del bolo de alimento.

Las fibras musculares que componen la capa circular se contraen por encima de la masa de alimento y se relajan por debajo de ella. Una serie de ondas progresivas, llamadas **movimientos peristálticos**, impulsan el bolo hacia el estómago progresivamente. Los movimientos peristálticos también se producen en el estómago y en el intestino.







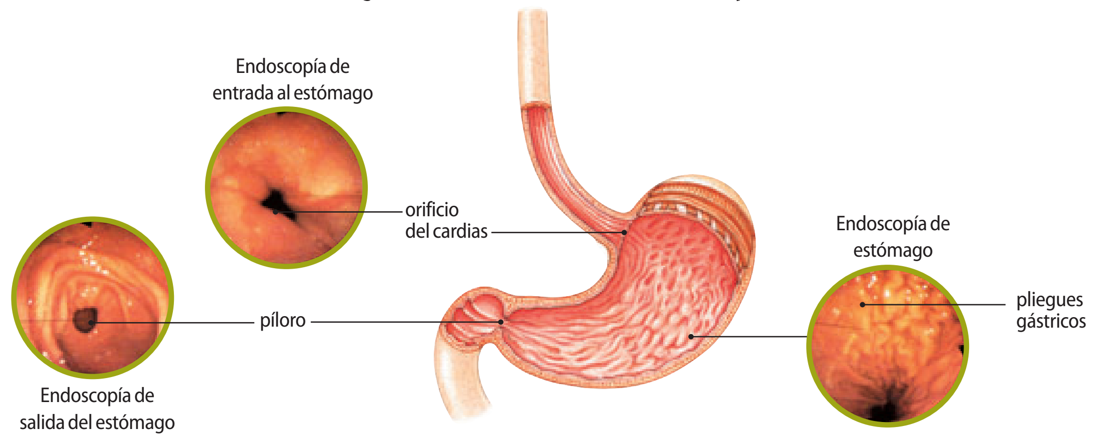
¿Cómo averiguar experimentalmente la acción de la saliva sobre el almidón?

Para responder esta pregunta necesitan cuatro tubos de ensayo, una gradilla, una varilla de vidrio, miga de pan, reactivo de lugol, un vaso de precipitados, reactivos de Fehling A y B, una pinza de madera y un mechero.

1. Coloquen los tubos de ensayo en una gradilla y numérenlos.
2. Desmenucen la miga de pan en un vaso de precipitados y agreguen agua hasta obtener una pasta.
3. Viertan porciones iguales de la mezcla anterior en cada tubo de ensayo.
4. Agreguen en el tubo N°1 tres gotas de reactivo de lugol.
5. Observen y registren los resultados. Elaboren conclusiones.
6. Coloquen en el tubo N°2 cinco gotas de reactivo de Fehling A y cinco gotas de reactivo de Fehling B.
7. Sostengan el tubo con la pinza de madera y calienten con cuidado sobre la llama del mechero.
8. Observen y registren los resultados. Elaboren conclusiones.
9. Agreguen un poco de saliva en el tubo N° 3 y revuelvan la mezcla con la varilla de vidrio.
10. Mantengan entre sus manos el tubo de ensayo durante 10 minutos.
11. Pasado ese tiempo, agreguen tres gotas de reactivo de lugol.
12. Observen y registren los resultados. Elaboren conclusiones.
13. Repitan el procedimiento anterior en el tubo N°4 pero, finalizado el tiempo, agreguen cinco gotas de reactivo de Fehling A y cinco gotas de reactivo de Fehling B.
14. Sostengan el tubo con la pinza de madera y calienten con cuidado sobre la llama del mechero.
15. Observen y registren los resultados. Elaboren conclusiones.
16. Formulen una conclusión que integre las elaboradas en cada experimento.

Transformaciones en el estómago

Luego del tránsito por el esófago, el bolo alimenticio ingresa al **estómago**, la porción más dilatada del tubo digestivo. El estómago es un órgano muscular que puede almacenar alrededor de 2 litros de alimento. Se encuentra en la parte superior izquierda de la cavidad abdominal, debajo del diafragma. La porción inferior del estómago se comunica con el intestino delgado a través de un esfínter llamado **píloro**.



Las contracciones musculares localizadas del estómago intervienen en la mezcla y fragmentación de los alimentos. Cuando el estómago está vacío, estos movimientos continuados e intensos se describen como la "sensación de hambre".

Las paredes internas del estómago tienen **glándulas gástricas** que secretan el **jugo gástrico**, fluido que interviene en parte de la **digestión química** de los alimentos. El jugo gástrico está compuesto por:

- **ácido clorhídrico:** esta sustancia proporciona el medio ácido que mata a la mayoría de las bacterias ingeridas con el alimento y contribuye con la degradación de materiales fibrosos de origen vegetal y animal. Además, proporciona el medio ácido óptimo para la acción de las enzimas gástricas.

- **enzimas gástricas:** la **pepsina** es una enzima que inicia la degradación de las proteínas en moléculas más pequeñas o **polipéptidos**. Esta enzima es secretada en forma inactiva como **pepsinógeno**. Sin embargo, la acidez del medio activa la conversión del pepsinógeno en pepsina. La **lipasa gástrica** es otra enzima gástrica que actúa sobre cierto tipo de lípidos, como los triglicéridos de la manteca, convirtiéndolos en moléculas más pequeñas, como el glicerol y los ácidos grasos.

- **moco:** fluido formado principalmente por glucoproteínas que, junto al **bicarbonato** secretado, forman un capa que cubre la mucosa del estómago y la protege de la acción del ácido clorhídrico y de la pepsina. El alcohol, algunos medicamentos y el agua pueden ser absorbidos por la mucosa de las paredes del estómago e ingresar directamente a la circulación sanguínea.

Los alimentos parcialmente digeridos, junto con el jugo gástrico, forman una masa semilíquida y ácida denominada **quimo**. Los movimientos peristálticos impulsan el quimo hacia el intestino delgado a través del píloro. Este esfínter se relaja y se contrae, permitiendo el pasaje de una pequeña porción de quimo cada 20 segundos.



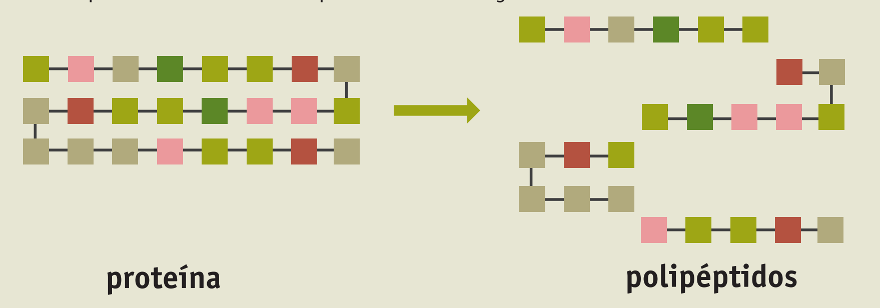
1. Con bolitas de plastilina, botones o clips, modelicen 4 moléculas de ácido clorhídrico.
2. Comparen las dimensiones y complejidad de una molécula de ácido clorhídrico y de una molécula del aminoácido que modelizaron en la actividad de la página 15, la glicina.

Modelos científicos

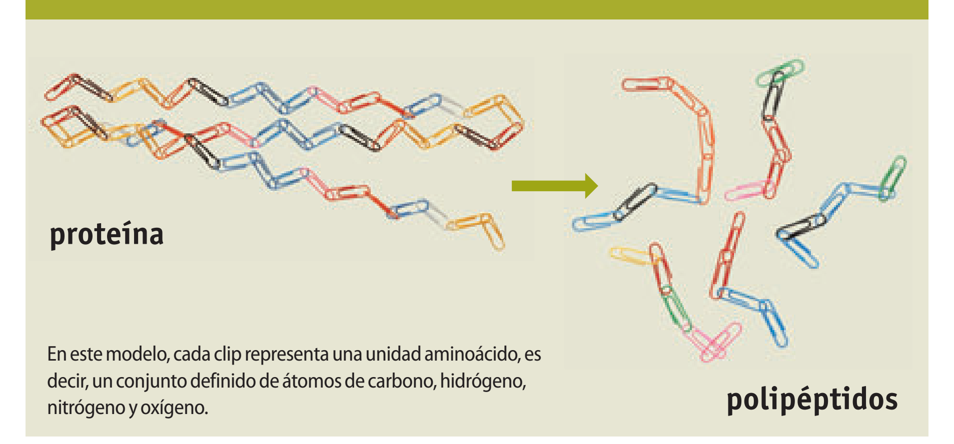
proteínas + agua + pepsina  **polipéptidos + pepsina**

La ruptura de las uniones entre las unidades aminoácido de las proteínas se produce con la adición de agua. El producto es gran cantidad de moléculas de polipéptidos. Esta reacción se produce en un pH entre 1 y 3, es decir, muy ácido debido al ácido clorhídrico secretado.

Modelo simplificado de la hidrólisis de las proteínas en el estómago



Modelos escolares



En este modelo, cada clip representa una unidad aminoácido, es decir, un conjunto definido de átomos de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno.

ACTIVIDADES

1. Modelicen con clips, bolitas de plastilina o botones la digestión de una proteína.

2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la digestión de la proteína: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?

CON-TEXTO DE LA TECNOLOGÍA

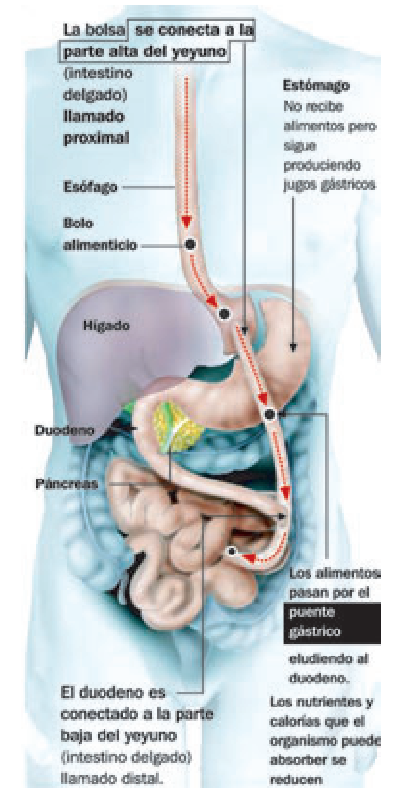
Tratamientos para la obesidad severa

En los últimos años se han desarrollado diversos tratamientos de la obesidad severa, que incluyen la aplicación de dispositivos o la realización de técnicas quirúrgicas en el estómago.

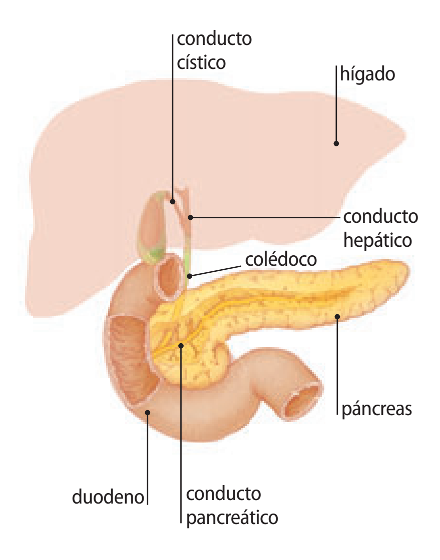
El **balón intragástrico** se aplica cuando el exceso de peso es de más de 25 kg. Es una esfera de silicona que se coloca mediante endoscopía en el interior del estómago y se infla con solución salina estéril. Al ocupar entre un tercio y la mitad del estómago, reduce su tamaño y estimula el centro nervioso de la saciedad, enviando al cerebro señales de que se encuentra lleno. Este dispositivo puede extraerse una vez logrado el peso adecuado.

La **banda gástrica** se aplica cuando el exceso de peso es de más de 40 kg. Es como un cinturón que se coloca alrededor del estómago mediante cirugía tradicional o laparoscopía. De esta forma, el órgano queda con una forma parecida a la de un reloj de arena. Se logra así más saciedad con menor cantidad de alimentos.

El **by- pass gastroentérico** se aplica cuando el exceso de peso es de más de 40 kg. Consiste en reducir el tamaño del estómago y conectarlo con la porción inferior del intestino delgado mediante cirugía tradicional o laparoscopía. El resultado es la obtención de mayor saciedad y menor absorción de nutrientes por falta de jugos digestivos en el primer tramo del intestino.



La operación dura unas cuatro horas y en general se realiza por laparoscopía.



La **bilis** es liberada al intestino delgado a través de una serie de conductos. Desde el hígado circula por el **conducto hepático**; luego transita por el **conducto cístico** de la vesícula; y llega al duodeno a través del **colédoco**.
Este último desemboca en el duodeno, junto con el **conducto pancreático**.
En el punto de unión de ambos conductos hay un esfínter que regula el flujo de la bilis y del de jugo pancreático que ingresa al intestino.

Transformaciones en el intestino delgado

En el **intestino delgado** se produce la mayor parte de la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes. Este órgano es la porción más larga del tubo digestivo y se encuentra muy plegado dentro de la cavidad abdominal. Mide alrededor de 6 m de longitud y se divide en tres partes: el **duodeno** (25 cm) que es la parte más activa en el proceso digestivo; el **yeyuno** (2,2 m) y el **íleon** (3,3 m). Las dos últimas partes del intestino delgado participan principalmente en la absorción de nutrientes.

La **digestión química** de los alimentos es efectuada por secreciones que provienen de tres órganos: el hígado, el páncreas y la mucosa intestinal. Como en el estómago, las paredes del intestino delgado están protegidas de la acción enzimática por una capa de mucus producida por las células de la mucosa.

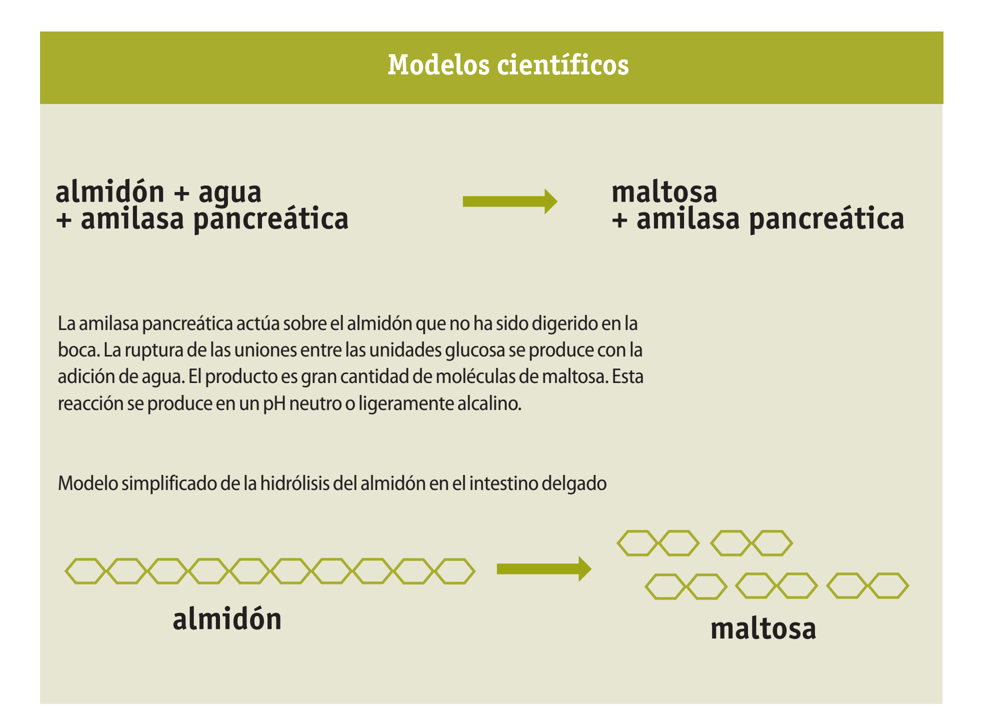
El **hígado** es una glándula que produce **bilis**, fluido compuesto por agua, colesterol, lecitina, ácidos, sales y pigmentos biliares, que se almacena en la **vesícula biliar**.

Cuando el quimo llega al duodeno, la vesícula se contrae y libera bilis. Esta mezcla actúa sobre las grasas como un detergente y forma una **emulsión**. Es decir, desintegra los grandes glóbulos de grasa y los transforma en gotitas microscópicas llamadas **micelas**, que presentan en conjunto mayor superficie expuesta a la acción de las enzimas.

En ciertas ocasiones, pueden formarse cálculos biliares en la vesícula o en su conducto y ésta debe ser extirpada quirúrgicamente. La mayoría de los cálculos contienen una mezcla de colesterol y sales de calcio con una pequeña cantidad de pigmentos biliares. El desarrollo de los cálculos se debe principalmente a un desequilibrio en la degradación de las sustancias que componen la bilis.

El **páncreas** produce y libera al interior del duodeno una mezcla de agua, bicarbonato de sodio y diversas enzimas digestivas que degradan carbohidratos, lípidos y proteínas. El conjunto de todas estas sustancias se denomina **jugo pancreático**.

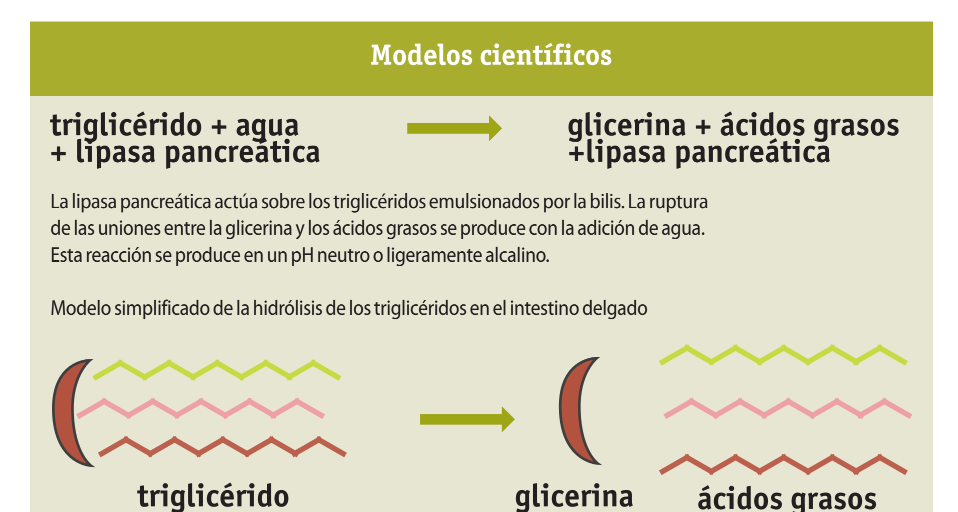
La bilis y el jugo pancreático neutralizan la acidez del quimo proveniente del estómago y proveen el medio alcalino que requieren las enzimas que actúan en el duodeno.





1. Si bien la digestión del almidón en el intestino delgado es similar a la que se produce en la boca, modelicen con clips, bolitas de plastilina o botones este proceso, simulando qué ocurre en el duodeno.
2. Modelicen la digestión de una proteína en el intestino delgado.
3. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la digestión de la proteína: una molécula, un átomo o una unidad del polímero?

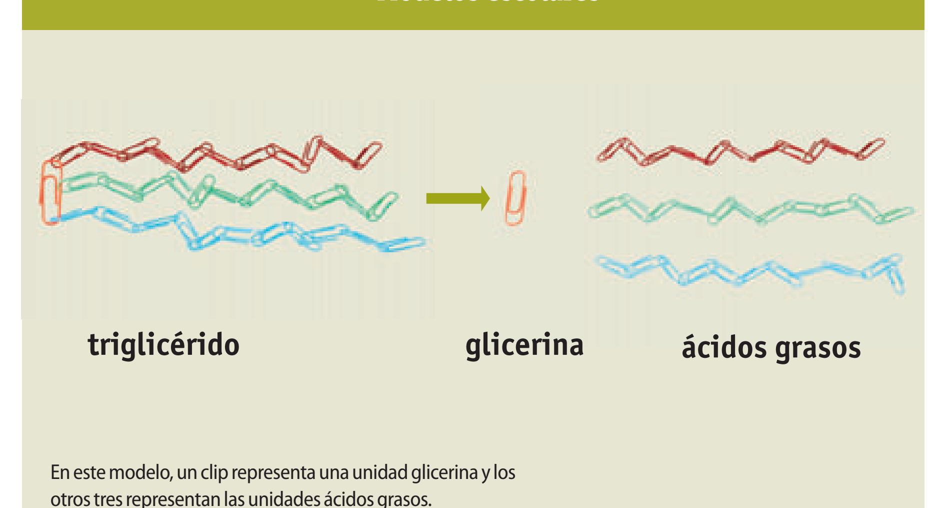
Modelos científicos



La lipasa pancreática actúa sobre los triglicéridos emulsionados por la bilis. La ruptura de las uniones entre la glicerina y los ácidos grasos se produce con la adición de agua. Esta reacción se produce en un pH neutro o ligeramente alcalino.

Modelo simplificado de la hidrólisis de los triglicéridos en el intestino delgado

Modelos escolares



En este modelo, un clip representa una unidad glicerina y los otros tres representan las unidades ácidos grasos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

1. En una persona adulta:

- su tubo digestivo completo pesa aproximadamente 4,50 kg (hígado: 1,70 kg; páncreas: 70 g);
- si se pudieran extender todas las prolongaciones que poseen las paredes intestinales internas, se podría "alfombrar" una cancha de tenis (200 m^2)

2. El sistema digestivo de una persona de 70 años procesó en ese período 15 toneladas de alimentos y 45 500 litros de agua.

ACTIVIDADES

1. Modelicen las transformaciones que producen las enzimas provenientes de la mucosa intestinal con clips, botones o bolitas de plastilina.

2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la digestión del triglicérido: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?

Modelos científicos

proteínas + agua + tripsina y quimiotripsina → oligopéptidos + tripsina y quimiotripsina

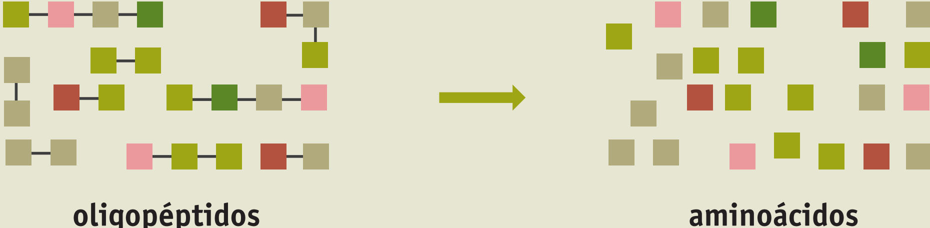
Modelos simplificados de la hidrólisis de las proteínas en el intestino delgado

polipéptidos

oligopéptidos

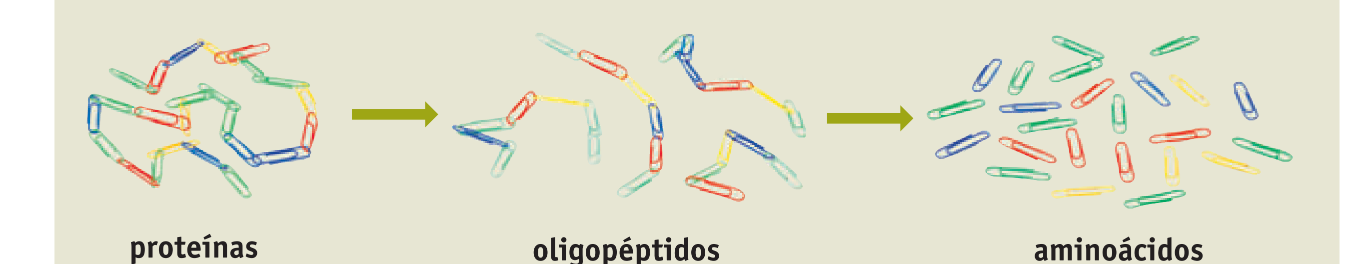
Modelos simplificados de la hidrólisis de los oligopéptidos en el intestino delgado





La ruptura de las uniones entre las unidades aminoácido de los polipéptidos se produce con la adición de agua. El producto es gran cantidad de moléculas de oligopéptidos. La carboxipeptidasa separa los aminoácidos que constituyen los oligopéptidos. Todas estas enzimas que digieren proteínas (**proteasas**) son secretadas en forma inactiva y se activan con el pH alcalino presente en el duodeno.

Modelos escolares



En este modelo, cada clip representa una unidad aminoácido, es decir, un conjunto definido de átomos de carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno.

Las células de la **mucosa intestinal** liberan diversos tipos de enzimas que completan la digestión de los nutrientes.

La **maltasa** desdobla la maltosa en moléculas de glucosa. Además, otros disacáridos ingeridos, como la sacarosa o la lactosa son degradados en monosacáridos por acción de la **sacaras**a y la **lactasa**, respectivamente.

Las enzimas **aminopeptidasa** y **dipeptidasa** completan la degradación de polipéptidos y oligopéptidos en aminoácidos. Además, algunos péptidos cortos y dipéptidos pueden ingresar a las células intestinales y allí ser degradados en aminoácidos por **peptidasas** presentes en el interior de las células.

En consecuencia, la acción de los jugos digestivos secretados en el intestino delgado transforma la composición del quimo. Éste adquiere el aspecto de un líquido “lechoso” denominado **quilo**.

A su vez, las contracciones musculares no sincronizadas de la capa muscular del intestino producen los **movimientos de segmentación**. Éstos movilizan el quilo permanentemente y contribuyen a la digestión mecánica y la mezcla de sus componentes. De esta manera, aumenta la permanencia del quilo en contacto con la superficie intestinal y se incrementa la digestión y la absorción de los nutrientes.

Absorción de los nutrientes

Una vez finalizada la digestión de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas en moléculas de estructura más sencilla y de menor tamaño, su **absorción** se produce principalmente en el **yeyuno** y, en menor proporción, en el **íleon**. De esta forma, los productos de la digestión, el agua y los micronutrientes (minerales, vitaminas), ingresan a la circulación general y son distribuidos por todo el organismo a través del **sistema circulatorio**.

La especialización de la pared interna del intestino delgado favorece el proceso de absorción porque presenta numerosos pliegues de la mucosa que, a su vez, poseen diminutos pliegues en forma de "dedos" llamados **vellosidades intestinales**. Asimismo, la superficie de las vellosidades presenta **microvellosidades**, que son proyecciones microscópicas de las membranas celulares de las células superficiales. Todas estas especializaciones incrementan la superficie de absorción de los nutrientes.

Los productos de la digestión de los carbohidratos y de las proteínas, el agua, los minerales y la mayoría de las vitaminas ingresan en el **sistema circulatorio** por los capilares sanguíneos y son transportados por la **sangre** hacia los vasos sanguíneos mayores. En cambio, los productos de la digestión de los lípidos y algunas vitaminas ingresan en el **sistema linfático** a través de los capilares linfáticos de cada vellosidad y luego pasan a la circulación sanguínea, cuando la **linfa** es volcada en las venas. De este modo, la sangre rica en nutrientes que proviene del intestino circula hacia el hígado. En este órgano algunos nutrientes son transformados en sustancias vitales para el funcionamiento del organismo. Después, desde el hígado, la sangre con nutrientes circula hacia el corazón, que la impulsa por todo el cuerpo.

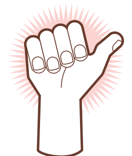
La absorción de otros nutrientes

El agua, las vitaminas y los minerales son absorbidos en el intestino delgado prácticamente sin sufrir transformaciones físicas y químicas.
Además, cuando se comen frutas, verduras y carnes, se ingiere cierta cantidad de ácidos nucleicos. El **ADN** y el **ARN** presente en las células de estos alimentos son degradados a sus nucleótidos, por acción de las enzimas **desoxirribonucleasa** y **ribonucleasa** del jugo pancreático. Luego, un conjunto de enzimas llamadas **nucleasas**, presentes en las superficies de las células de la mucosa intestinal, completan la degradación de los nucleótidos en ácido fosfórico, monosacáridos (desoxirribosa y ribosa) y bases nitrogenadas. Estas moléculas más sencillas son absorbidas por la mucosa del intestino delgado e ingresan a la circulación sanguínea.

Endoscopía de intestino delgado



Fotomicrografía por MEB de vellosidades intestinales
Cada vellosidad está provista de una red de capilares sanguíneos y uno linfático, llamado **quilífero**.

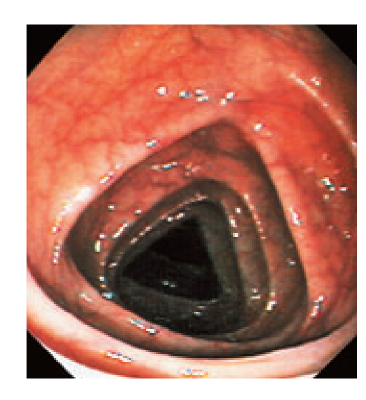


En el Capítulo 3 encontrarán un esquema del corte de una microvellosidad con su quilífero.

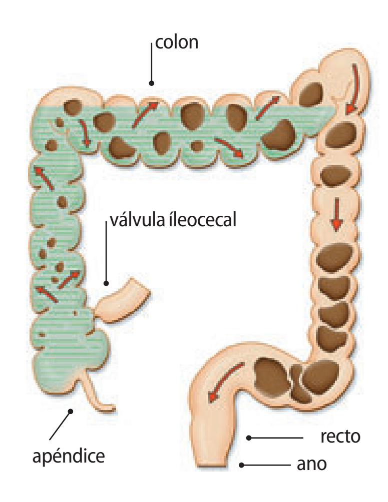
Formación de materia fecal

El resto de quilo no absorbido es conducido al **intestino grueso** por los **movimientos peristálticos** del intestino delgado. El ingreso a este órgano ocurre en una sola dirección y es regulado por una válvula ubicada en la unión entre ambos, la **válvula ileocecal**.

En esta región del intestino grueso se absorbe la mayor parte del agua y las sales del quilo. Mide alrededor de 1,5 m de longitud y 7 cm de diámetro. La mayor parte de su longitud recibe el nombre de **colon** y el segmento final de 15 cm se denomina **recto**, el cual termina en el **ano**. Por debajo de la válvula ileocecal se encuentra una prolongación con forma de dedo denominada **apéndice**. Su relación con el proceso digestivo no está definida, pero se supone que pudo haber sido un órgano activo del tracto digestivo de nuestros antepasados, hace millones de años. Debido a la presencia de estructuras linfáticas se lo vincula con el sistema de defensa durante los primeros años de vida.



Endoscopía de intestino grueso



Formación de la materia fecal en el intestino grueso.

En el interior del colon habitan diferentes poblaciones de microorganismos que conforman la "flora" o **biota intestinal**. Un ejemplo de estas poblaciones es la compuesta por bacterias Escherichia coli. Las poblaciones de organismos microscópicos obtienen sus nutrientes a partir de la transformación de los materiales no digeridos por el organismo, especialmente la celulosa de las fibras de ciertos alimentos, ya que el sistema digestivo humano carece de enzimas digestivas que degraden este material.

La actividad bacteriana produce vitamina K y varias del grupo B, esenciales para el organismo, y cuya incorporación a través de la dieta resulta deficiente. Estas vitaminas son absorbidas por la mucosa del intestino grueso y luego pasan a la circulación sanguínea.

A su vez, los microbios intestinales inhiben el desarrollo de otros que pudieran llegar a este órgano y causar enfermedades.

Como consecuencia de la absorción de sustancias y la actividad bacteriana se forma la **materia fecal** o **heces**, compuesta por un 75% de agua. El 25% corresponde a material sólido formado principalmente por bacterias. El resto está compuesto por celulosa y otras fibras no digeridas, sales, grasas, células mucosas desprendidas, moco y restos de jugos digestivos. El color de las heces se debe a la degradación de los pigmentos biliares, realizado por las bacterias de la biota intestinal y al tipo de alimentos ingeridos en la dieta.

Los **movimientos peristálticos masivos** del colon mueven el material residual de una porción a la siguiente. De este modo, la materia fecal es llevada y almacenada en el recto, cuya distensión inicia el reflejo de defecar. La contracción voluntaria de los músculos abdominales provoca la defecación a través del ano, cuyo orificio está controlado por dos esfínteres, uno interno involuntario y otro externo voluntario.

Señales:
Alimentos en boca y estómago
Expansión del estómago

Gastrina
+
Jugos gástricos
-
-
+
Colecistocinina
Secretina
+
+
+
Bilis
Enzimas pancreáticas
Bicarbonato pancreático
+
Digestión

La digestión está controlada por el sistema nervioso y un conjunto de hormonas específicas. Las concentraciones de estas hormonas son reguladas por procesos de **retroalimentación negativa**.

Homeostasis en la transformación de los nutrientes

Las secreciones del tubo y las glándulas digestivas, junto con los movimientos musculares, están regulados y coordinados por el sistema nervioso y la acción de diversas hormonas.

La vista, el olfato, el gusto, la acción de masticar o el simple hecho de pensar en un alimento, inician la secreción de la **saliva**.

Estas señales también estimulan la producción y liberación de **gastrina** en la sangre. Esta hormona es producida en el estómago y por vía sanguínea estimula la liberación de jugo gástrico. Cuando la concentración de este fluido llega a un nivel determinado, se inhibe la secreción de gastrina y, en consecuencia, también la liberación de jugo gástrico.

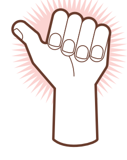
Cuando el quimo llega al intestino delgado, la mucosa del duodeno produce y libera en la sangre otras hormonas.

La acidez del quimo provoca la liberación de **secretina**. Esta hormona estimula la liberación de **bicarbonato** que proviene del páncreas.

Otra hormona, la **colecistocinina**, es liberada en respuesta a la presencia de alimentos grasos en el intestino. Esta hormona estimula la producción de enzimas pancreáticas y la contracción de la vesícula, la que libera bilis al interior del duodeno. Cuando la concentración de colecistocinina alcanza cierto nivel, se inhibe la secreción de gastrina y, en consecuencia, también la liberación de jugo gástrico.

El **peristaltismo** del tubo digestivo es una respuesta refleja que se inicia cuando se distienden sus paredes.

La frecuencia de las ondas peristálticas depende principalmente del tipo de alimentos ingeridos, la estimulación o la inhibición realizada por el sistema nervioso autónomo y la acción de las hormonas gastrointestinales.



Si leen la apertura de la primera parte (página 7) pueden recordar qué significa retroalimentación negativa.

Desequilibrios en la transformación de los nutrientes

GASTRITIS Y ÚLCERAS La inflamación de la mucosa gástrica llamada **gastritis**; así como el deterioro localizado de ciertas partes del estómago y del intestino delgado, las úlceras, son afecciones muy comunes del sistema digestivo.

En ambas enfermedades se produce la disminución del moco del estómago y de la porción superior del intestino delgado. De este modo, el ácido y las proteasas del quimo destruyen las diferentes capas de este tramo del tracto digestivo.

Las causas más comunes de la gastritis y las **úlceras** son: menor secreción de bicarbonato de sodio y moco, factores hereditarios y estrés. El **tabaquismo**, el **alcoholismo** y un elevado consumo de **aspirinas** disminuyen la resistencia de las paredes del tracto digestivo a la acción del ácido y la pepsina. La bacteria Helicobacter pylori también puede causar úlceras estomacales.

ENFERMEDAD CELÍACA Esta enfermedad de origen hereditario está relacionada con la ingesta de **gluten**, un componente presente en el trigo, la avena, la cebada y el centeno, que provoca trastornos en la mucosa del intestino delgado. Los péptidos del gluten desencadenan la atrofia de las vellosidades intestinales probablemente por reacciones inmunitarias o alérgicas. En ciertos casos, la mucosa puede volverse totalmente lisa, lo que ocasiona una disminución en la absorción de nutrientes y por lo tanto, pérdida de peso.

El tratamiento para la **enfermedad celíaca** consiste en una dieta sin **TACC** (sigla que corresponde a los cuatro cereales que contienen gluten) que permite la rápida recuperación de la mucosa intestinal.

DIARREA, COLITIS, ESTREÑIMIENTO Y HEMORROIDES Algunos virus, bacterias y otros microorganismos o sus toxinas pueden provocar la inflamación e infección del colon, es decir, **colitis**. La disminución en la absorción de agua y sales puede producir **diarrea**, es decir, aumento en la frecuencia de evacuaciones de materia fecal acuosa. El tratamiento consiste en evitar la deshidratación, a través de la ingesta de abundante líquido y la consulta médica.

El fenómeno opuesto a la diarrea se denomina **estreñimiento** o **constipación**. Las causas son diversas y por lo tanto, la consulta médica es de vital importancia. En este caso, el tránsito del contenido intestinal es lento, aumenta la absorción de agua y disminuye la frecuencia de las defecaciones. La incorporación a la dieta de alimentos ricos en fibras es recomendada para ayudar a superar este trastorno.

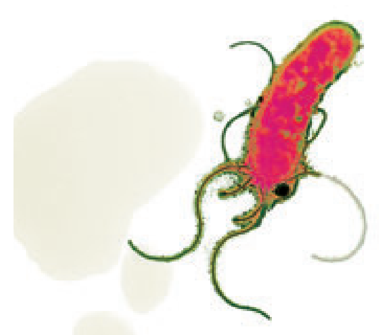
APENDICITIS La **apendicitis** es la inflamación del **apéndice**. Las causas que originan esta inflamación son variadas y complejas. En la mayoría de los casos, una obstrucción en la luz del apéndice produce su inflamación y la proliferación de bacterias en su interior. El tratamiento consiste en la extirpación quirúrgica del apéndice. En caso contrario, puede perforarse, vaciar el contenido bacteriano en la cavidad abdominal y producir una infección generalizada con riesgo de muerte.

HEPATITIS En la mayoría de los casos, la **hepatitis** o inflamación del hígado es producida por distintos tipos de virus y, en menor porcentaje, por **alcoholismo crónico**. Los síntomas incluyen fiebre, **ictericia** (color amarillo de la piel, mucosas, ojos y orina oscura) y dolor abdominal. Actualmente, distintos tipos de hepatitis producidas por un tipo de virus pueden ser prevenidas mediante la vacunación.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

Respuestas emocionales en la secreción ácida

Además de la regulación nerviosa y hormonal, los estados emocionales ejercen efectos sobre la secreción ácida y los movimientos del estómago. Así lo estudió en 1822 el médico William Beaumont cuando atendió a un paciente herido accidentalmente por un tiro de escopeta en el estómago. El tiro perforó el estómago y la herida cicatrizó dejando una abertura en el mismo. Así, Beaumont con la colaboración de su paciente, realizó alrededor de 240 experimentos sobre la digestión humana.
Uno de ellos fue el estudio de la influencia de las emociones en el funcionamiento del estómago.
El médico notó que el enojo y la hostilidad producían la turgencia y el aumento de la circulación sanguínea de las paredes del estómago, así como el aumento de la secreción de ácido. En cambio, el temor, la depresión o la pena disminuyen la secreción y el flujo sanguíneo del estómago e inhiben los movimientos gástricos.



Fotomicrografía de *Helicobacter pylori.*

Los perros de Pavlov

LOS EXPERIMENTOS QUE PAVLOV REALIZÓ CON PERROS FUERON LOS MÁS DIFUNDIDOS Y CONTROVERTIDOS DE SU HISTORIA COMO CIENTÍFICO. TUVO QUE ENFRENTAR LA RESISTENCIA DE LA SOCIEDAD DE SU ÉPOCA PARA EXTRAPOLAR SUS RESULTADOS A LOS HUMANOS.

El fisiólogo ruso Iván Petrovich Pavlov (1849-1936) realizó una serie de investigaciones vinculadas con la secreción de saliva y jugos gástricos que lo hicieron acreedor al Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1904.

Uno de sus experimentos consistió en el estudio de la secreción salival de los perros. Pavlov ya había observado que los perros salivaban aun cuando no tenían alimento en sus bocas. Este fenómeno se producía tanto si observaban como si olían su comida. También había observado que los perros salivaban cuando se les acercaba la persona que los alimentaba.

Entonces diseñó un experimento en el que exponía a los perros a variados estímulos y medía la cantidad de saliva que eliminaban por unidad de tiempo.

En primer lugar midió la cantidad de saliva que segregaban cuando les colocaba alimento sobre el hocico.

Como segundo paso del experimento, hacía sonar una campana y después los alimentaba.

El científico denominó **estímulo incondicionado** a la presentación del alimento para que los animales lo percibieran de alguna manera; y **estímulo neutral** al sonido de la campana.

Durante varias semanas, y cada vez que los perros estaban hambrientos, hacía sonar la campana e inmediatamente después los alimentaba.

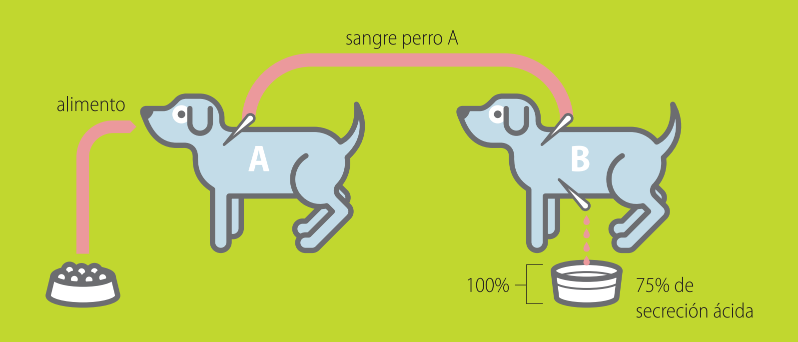
Luego de un cierto tiempo, Pavlov observó que, aun sin mostrarles el alimento, los perros comenzaban a salivar con solo oír el sonido de la campana.

A la salivación de los perros frente al alimento, el científico la llamó **respuesta incondicionada**; y a la liberación de saliva provocada por el sonido de la campana, **respuesta condicionada**.

Como conclusión de estos experimentos, Pavlov formuló que, con el tiempo, el estímulo neutral se convirtió en un estímulo condicionado (sonido) que funciona como una señal que alerta sobre la proximidad del estímulo incondicionado (alimento). En los perros esta asociación estaba fortalecida por la saciedad del hambre.

Estos experimentos no fueron los únicos que realizó Pavlov. También estudió los factores que influyen en la secreción del jugo gástrico. En uno de estos experimentos, el científico supuso que el sistema nervioso estimula la secreción gástrica. Cortó los nervios que inervan el estómago de un perro porque, si su hipótesis era correcta, la secreción de jugo gástrico debía cesar. Sin embargo, la secreción del ácido del estómago solo se redujo en tres cuartos de la cantidad original.

Entonces...
¿qué otros factores intervendrían en la producción de ácido estomacal?
Pavlov propuso entonces la hipótesis de que una hormona, junto con los impulsos nerviosos, interviene en el control de la secreción de jugos gástricos.
Para verificar su hipótesis anestesió a dos perros y unió sus sistemas circulatorios.
Alimentó solo a uno de los perros (perro A) y, de este modo, la sangre del perro alimentado circuló por la sangre del otro perro (perro B).
Resultó que el perro no alimentado también secretó jugo gástrico.
En este experimento, Pavlov también anticipó que al eliminar las conexiones nerviosas del estómago del perro B, su secreción gástrica sería de un 75%, predicción que fue verificada.
En otro experimento, Pavlov quiso investigar si la causa de la secreción gástrica es la absorción de los productos de la digestión de las proteínas.
Para investigar esto, inyectó los productos de la degradación de las proteínas en la circulación de un perro. Observó que en el animal no se inició la secreción del jugo gástrico.
Posteriormente, el científico inyectó a un perro extracto de mucosa gástrica que había estado en contacto con proteínas, e indujo la secreción de jugo gástrico.
Para verificar o refutar sus hipótesis, realizó varias modificaciones en sus experimentos.
En uno de ellos, llegó a transplantar un sector de pared estomacal de un perro con sus vasos sanguíneos a la piel de otro. Luego, proporcionó al perro transplantado un alimento rico en proteínas y observó que el transplante secretaba jugo gástrico.
Estudios posteriores demostraron que cuando el alimento llega al estómago, la pared estomacal produce hormona gastrina, que es transportada por el sistema circulatorio y, al llegar al estómago, estimula las glándulas gástricas que inician la mayor parte de la secreción de ácido clorhídrico.





1. Lean el texto de estas páginas.
2. Identifiquen y escriban las hipótesis que Pavlov formuló para el diseño de sus investigaciones sobre las secreciones gástricas en los perros.
3. Sobre las hipótesis del punto anterior, identifiquen y escriban las conclusiones correspondientes a cada investigación.
4. Busquen información sobre la doma de caballos y el adiestramiento de orcas, lobos marinos y delfines de acuarios, y relaciónenla con las asociaciones estímulo-respuesta que obtuvo el científico en sus experimentos.

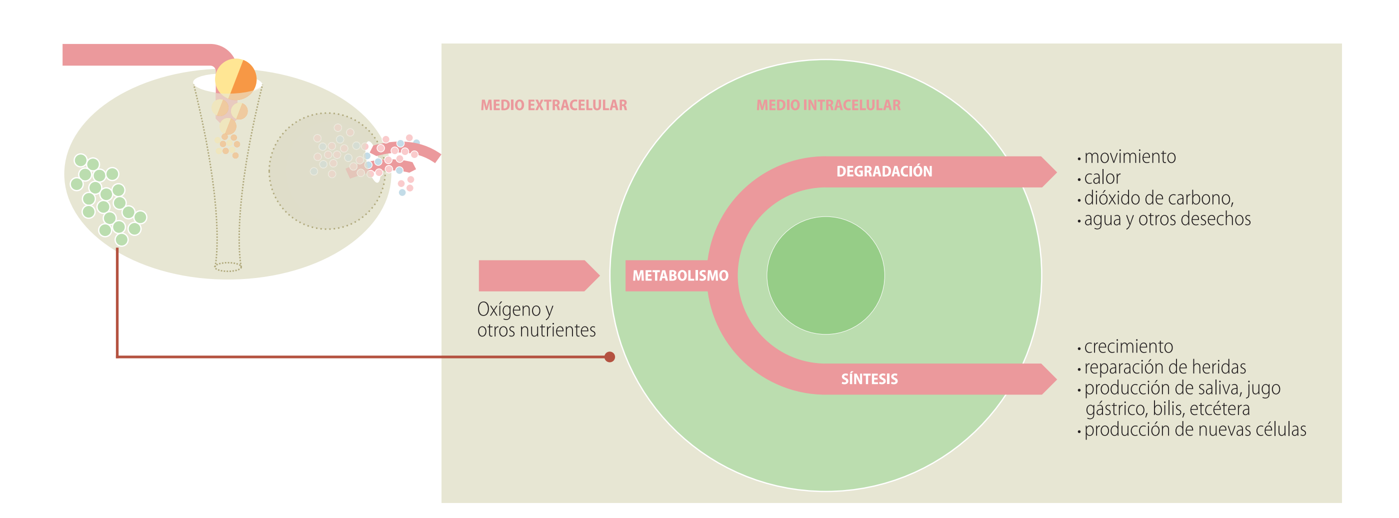
Transformación de nutrientes en la célula

Los materiales pueden ingresar en las **células** como moléculas sencillas o complejas, lo cual no solo influye en el tipo de ingreso, sino también en su transporte una vez incorporadas. En el capítulo anterior se explicaron algunos de los procesos por los cuales ingresan dichos materiales en las células.

Los nutrientes de estructura química sencilla, como los ácidos grasos, los aminoácidos y los monosacáridos, ingresan al citoplasma por difusión simple o facilitada. Según su naturaleza y de los requerimientos de la célula en el momento en que ingresan, estas moléculas pueden ser transformadas en el citoplasma o en ciertas organelas citoplasmáticas.

Así como en las primeras páginas de este capítulo se explicó como obtiene el organismo los nutrientes, en éstas se explicará cómo los incorporan las células que lo componen.

Los nutrientes de composición química compleja, como los polisacáridos y las proteínas, solo pueden ingresar por transporte en masa, mediado por vesículas. En la transformación y circulación intracelular de estos materiales interviene el sistema de endomembranas.



Metabolismo celular

Sin energía no hay vida. Cada una de las células de un organismo emplea energía en la síntesis de sustancias, en el movimiento, en el transporte de materiales, en el crecimiento, en la reproducción y en otras funciones celulares.

Las actividades celulares que sustentan la vida implican transformaciones constantes de materia y de energía, que en conjunto reciben el nombre de **metabolismo celular**.

El metabolismo celular incluye dos categorías de reacciones químicas: las catabólicas y las anabólicas.

Las **reacciones catabólicas** o de **degradación** son aquellas en las cuales sustancias de estructura molecular compleja se transforman en otras de composición más sencilla. Las **reacciones anabólicas** o de **síntesis**, en cambio, son aquellas en las que se construyen sustancias de moléculas complejas a partir de otras de estructura molecular más sencilla.

La energía involucrada en ambos procesos metabólicos es la **energía química** almacenada en los enlaces que unen los átomos constituyentes de las moléculas. Cuantos más enlaces posee la molécula, más energía contiene.

Cuando se degrada una molécula compleja durante una reacción catabólica, se rompen sus enlaces químicos, se produce liberación de la energía almacenada y los átomos resultantes se recombinan conformando moléculas de menor contenido energético.

Liberación de energía

Material de estructura molecular compleja (rico en energía) → Material de estructura molecular sencilla (pobre en energía)

En las **reacciones catabólicas**, los materiales con mayor contenido energético se transforman en otros con menos contenido energético, con la consecuente liberación de energía en el medio. Este tipo de transformación se denomina **reacción exergónica**.

Aporte de energía

Material de estructura molecular sencilla (pobre en energía) → Material de estructura molecular compleja (rico en energía)

En las **reacciones anabólicas** se sintetizan materiales con mayor contenido energético a partir de otros de menor contenido energético, con el aporte de energía que activa la reacción. Este tipo de transformación se denomina **reacción endergónica**.

Material de estructura molecular compleja (rico en energía) → Material de estructura molecular sencilla (pobre en energía)

Liberación de energía

Aporte de energía

Material de estructura molecular sencilla (pobre en energía) → Material de estructura molecular compleja (rico en energía)

En las células se producen procesos exergónicos y endergónicos, de manera tal que la energía liberada en los primeros se utiliza para realizar los segundos.

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

La transferencia de energía entre las reacciones celulares no es directa: siempre interviene un transportador de energía: el **ATP** o **adenosín trifosfato**.

Los enlaces químicos del ATP, que unen a los dos últimos grupos fosfato, son ricos en energía e inestables. Dichos enlaces se rompen por una reacción de hidrólisis. Cuando se hidroliza el ATP, se libera energía y se forma **adenosín difosfato** (**ADP**) más un **grupo fosfato** (**P**). La energía liberada en la hidrólisis del ATP es empleada por la célula para realizar procesos endergónicos.

Por el contrario, una reacción exergónica libera energía, y ésta es empleada en la unión del tercer grupo fosfato al ADP, que acumula transitoriamente la energía en moléculas de ATP.

adenina

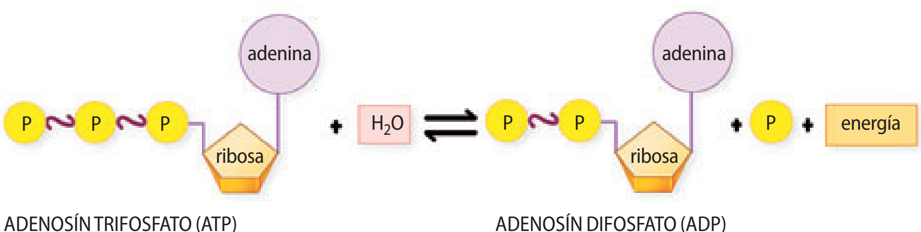
P P P

ribosa

Grupo fosfato

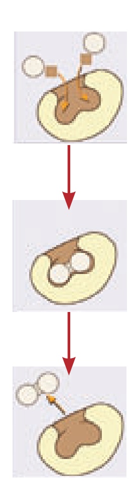
ADENOSÍN TRIFOSFATO (ATP)

El par **ATP/ADP + P** actúa como una batería recargable: al descargarse libera energía que desencadena alguna actividad celular.



ADENOSÍN TRIFOSFATO (ATP)

ADENOSÍN DIFOSFATO (ADP)



Dada la complementaridad del **sitio activo** con el **sustrato**, cada enzima es específica para un tipo particular de reacción. Si se altera la estructura del sitio activo, por ejemplo por desnaturalización de la proteína enzimática, se afectará la velocidad de la reacción.

ENERGÍA DE ACTIVACIÓN Se denomina **energía de activación** a la energía necesaria para que ocurra una reacción química entre sustancias. Por ejemplo, el aumento de la temperatura, y por lo tanto un aumento del movimiento molecular, acelera la reacción entre los sustratos.

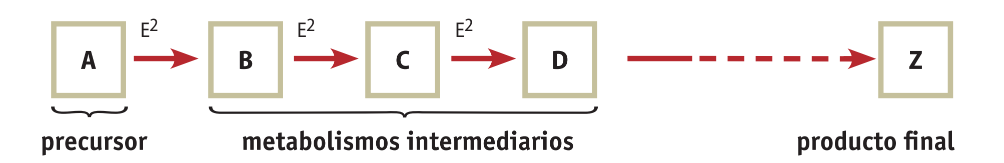
Las **enzimas** son proteínas **catalizadoras** que aceleran la velocidad de una reacción química con un bajo aporte de energía de activación. Las enzimas se unen temporalmente a las moléculas de los sustratos reaccionantes en una región específica de su molécula, llamada **sitio activo**. Finalizada la reacción, el producto se disocia de la enzima. Entonces, como la enzima no se altera durante la reacción, puede intervenir en otras reacciones en las que participen los mismos tipos de sustratos.

VÍAS METABÓLICAS Las reacciones metabólicas no se producen aisladamente; generalmente ocurren en pasos sucesivos y acoplados. Por ejemplo, el producto de una reacción puede ser empleado como sustrato de la siguiente. A esta secuencia ordenada de reacciones se la denomina **vía metabólica**.

Cada vía metabólica, sea catabólica o anabólica, se inicia con un **sustrato inicial** o **precursor**; en ella se obtienen **productos** o **metabolitos intermediarios** y por último se genera el **producto final** de la reacción. Cada paso de la vía está catalizado por un tipo de enzima específica.



1. Teniendo en cuenta la información de la página 59:
   a. Modelicen con botones, clips o bolitas de plastilina la reacción exergónica en la que una molécula de ATP se transforma en una molécula de ADP.
   b. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización anterior: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?
   c. ¿Cuántas moléculas de agua intervienen en la transformación de 34 moléculas de ATP en 34 moléculas de ADP?
   d. ¿Cuántas moléculas de agua se formarían en la transformación de 52 moléculas de ADP en 52 moléculas de ATP?
2. Elaboren un texto que relacione los siguientes conceptos relativos al metabolismo celular, en el orden que crean conveniente:
   ATP, catabolismo, procesos endergónicos, enzimas, coenzimas, anabolismo, procesos exergónicos, oxidación, reducción.

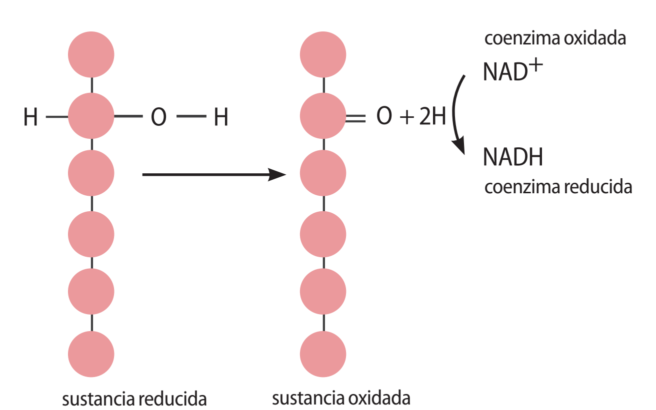


En muchas vías metabólicas se producen **reacciones de óxido-reducción** o **reacciones redox**. Estas transformaciones implican oxidación de un sustrato y reducción de otro. Estos procesos ocurren acoplados.

Una sustancia se oxida cuando se deshidrogena. Es decir, libera un átomo de hidrógeno, formado por un protón (H^+) y un electrón (e^-). Este tipo de reacciones está catalizada por una enzima llamada **deshidrogenasa**. La sustancia que acepta transitoriamente el H^+ y el e^- se reduce y se denomina **coenzima**.

Las coenzimas que participan en reacciones metabólicas de óxido-reducción son, por ejemplo el **NAD^+** (**dinucleótido de adenina y nicotinamida**), el **$NADP^+$** (**fosfato del dinucleótido de adenina y nicotinamida**) y el **FAD** (**dinucleótido de adenina y flavina**).

Las coenzimas no permanecen en estado reducido por mucho tiempo; los H^+ y e^- que transportan son rápidamente cedidos en otras reacciones, en las que alguna sustancia se reduce, mientras la coenzima retorna a su estado oxidado. Por eso se dice que las coenzimas NAD^+, $NADP^+$ y FAD son transportadores de H^+ y e^-, e intermediarios en las reacciones de óxido-reducción.



Modelo simplificado de oxidación

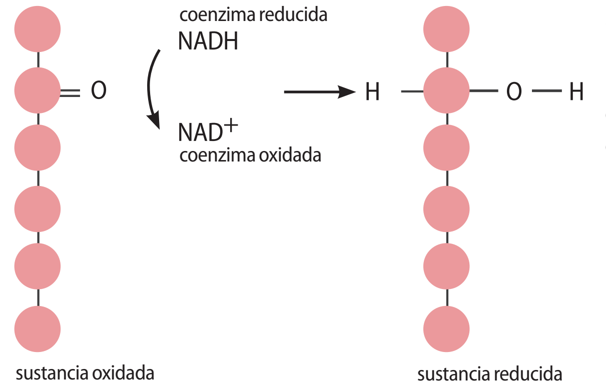
Las oxidaciones son procesos exergónicos: la energía liberada está ligada a los H^+ y los e^-, y por lo tanto, queda transitoriamente almacenada en las coenzimas reducidas.



1. Con clips, bolitas de plastilina o botones, modelicen la reducción de una molécula de glucosa. El modelo escolar de esta molécula se encuentra en la página 12.

2. Representen la oxidación de una molécula de glucosa.

3. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en las modelizaciones anteriores: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?



Modelo simplificado de reducción

Las reducciones son procesos endergónicos: la energía obtenida está ligada a los H^+ y los e^-.

Coenzimas oxidadas	Coenzimas reducidas
NAD^+	NADH
$NADP^+$	NADPH
FAD	$FADH_2$

Vías catabólicas: la respiración celular

Muchas actividades celulares requieren la energía que aporta el ATP. La **respiración celular** es un complejo proceso catabólico y exergónico mediante el cual la célula produce ATP. Durante este proceso, una serie de reacciones químicas degradan moléculas de nutrientes como la glucosa y otros monosacáridos, ácidos grasos, glicerol y aminoácidos, con la consecuente liberación de energía.

La mayoría de las células del organismo extraen energía contenida en los nutrientes en presencia de oxígeno. Las células musculares, además, cuando falta oxígeno tienen la alternativa de obtener la energía en ausencia de dicho gas.

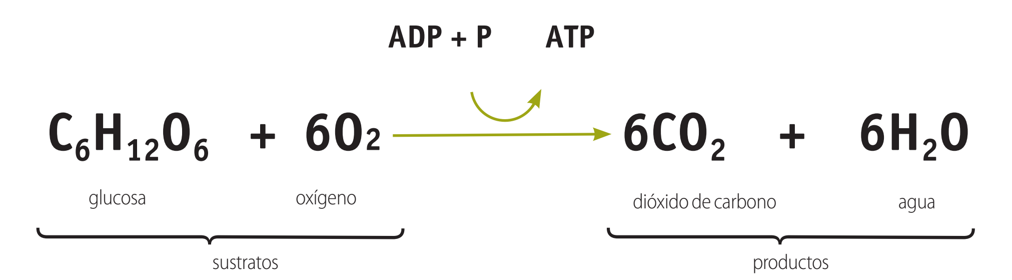
Entonces, de acuerdo con el tipo de célula y las condiciones del medio, la glucosa (principal nutriente celular) puede ser degradada siguiendo dos vías metabólicas: la **respiración aeróbica** (en presencia de oxígeno) y la **respiración anaeróbica** (en ausencia de oxígeno).

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

- Durante la respiración celular, una célula usa aproximadamente 1 millón de moléculas de oxígeno por segundo.
- Para transformar 1 gramo de hidratos de carbono, son necesarios 0,97 litros de oxígeno. En cambio, para metabolizar la misma cantidad de proteínas, se requieren 0,83 litros; y 2,02 litros para degradar esa cantidad de lípidos.

RESPIRACIÓN AERÓBICA

El catabolismo de la glucosa en presencia de oxígeno puede representarse con la siguiente ecuación química general:





1. Modelicen con clips, botones o bolitas de plastilina la ecuación general de la respiración celular.
2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en las modelizaciones anteriores: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?

En la respiración celular, mientras la glucosa se oxida desencadena las siguientes consecuencias:

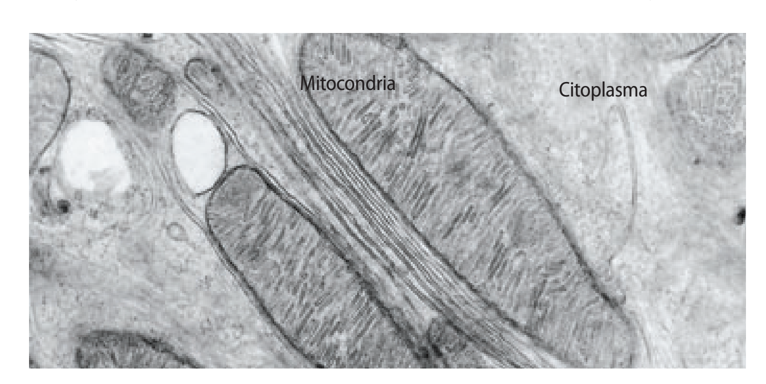
- La energía liberada al romperse los enlaces químicos de la glucosa se recaptura transitoriamente en moléculas de ATP a partir de ADP+P.
- Los H^+ y e^- liberados en este proceso son aceptados momentáneamente por las coenzimas NAD^+ y FAD, las que se reducen a NADH y $FADH_2$.
- Los átomos de la glucosa se reordenan y conforman nuevas moléculas de menor contenido energético: el CO_2 y el H_2O, productos de la respiración celular aeróbica.

Todas estas transformaciones se producen en las siguientes secuencias de reacciones:

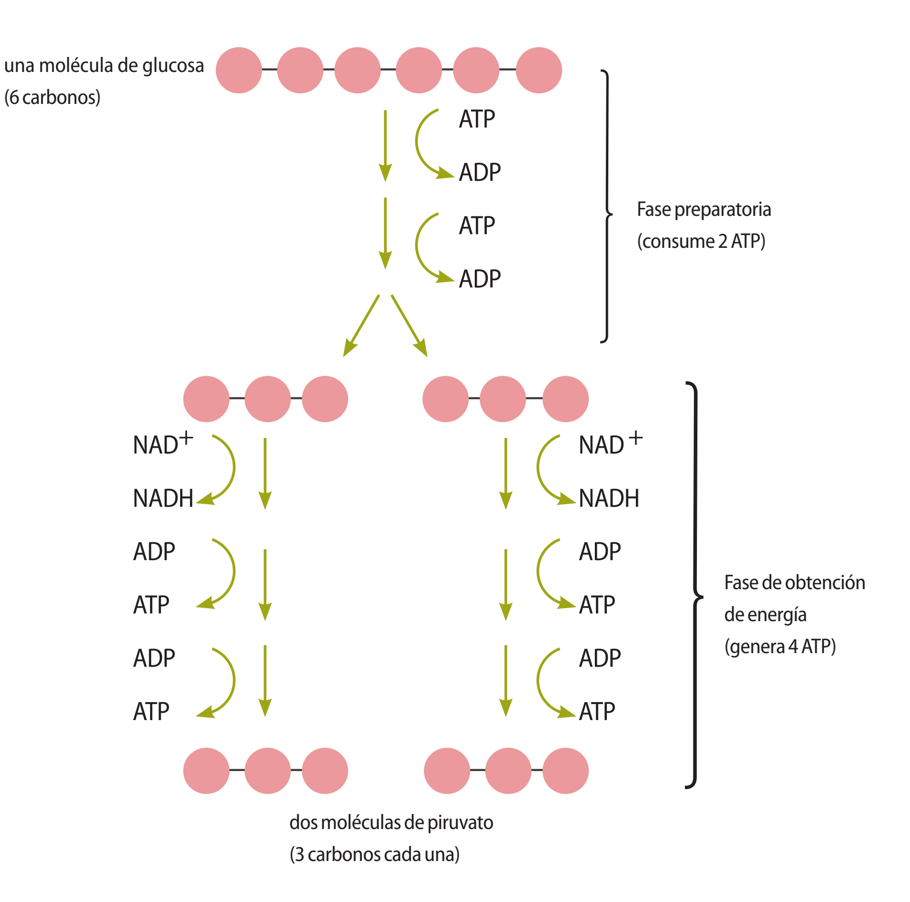
- la **glucólisis**;
- la **oxidación del piruvato**;
- el **ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs**;
- la **cadena respiratoria**; y
- la **fosforilación oxidativa.**

Mientras la glucólisis es un proceso que ocurre en el citoplasma, las otras secuencias de reacciones se producen en las **mitocondrias.** En la matriz mitocondrial se localizan las enzimas que catalizan los pasos del ciclo de Krebs. En las crestas, en cambio, se ubican las moléculas que posibilitan las reacciones de la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa.

La **glucólisis** es la única vía metabólica de la respiración celular aeróbica que ocurre independientemente de la presencia de oxígeno. Esta secuencia ordenada de nueve reacciones es la etapa inicial de degradación parcial de la **glucosa**, por la cual este sustrato de 6 carbonos es oxidado y escindido en dos moléculas de 3 carbonos cada una: el **piruvato**.



Microfotografía de mitocondrias tomadas por MET.



La energía liberada en estas reacciones es almacenada en 2 moléculas de ATP y los H^+ y e^- de la oxidación parcial de la glucosa son transferidos a 2 coenzimas NAD^+. Es importante tener en cuenta que se generan 4 ATP, pero se usan 2ATP en los primeros pasos de la vía.

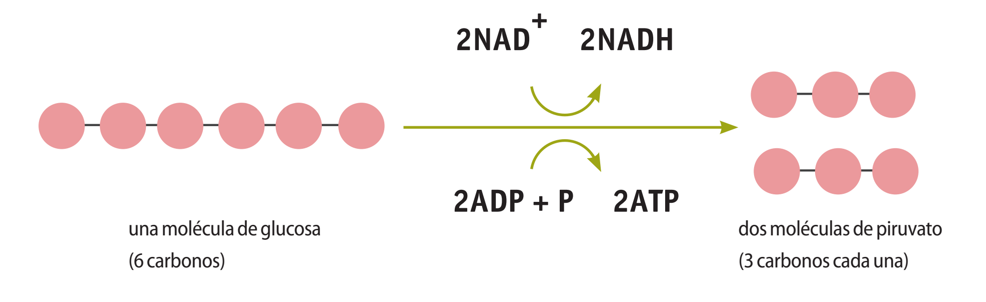
ACTIVIDADES

1. Con clips, bolitas de plastilina o botones, modelicen la transformación de una molécula de glucosa en dos moléculas de piruvato. El modelo escolar de esta molécula se encuentra en la página 12.

2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización anterior: una molécula, un átomo o una agrupación definida de átomos?

GLUCOSA + 2ATP + 2NAD → 2 PIRUVATO + 4 ATP + 2NADH

Ecuación general de la glucólisis. Dado que en la degradación de la glucosa se usan 2 ATP y se producen 4 ATP, en el balance neto se considera que solo se originan 2 ATP.



Ecuación del balance neto de la glucólisis.

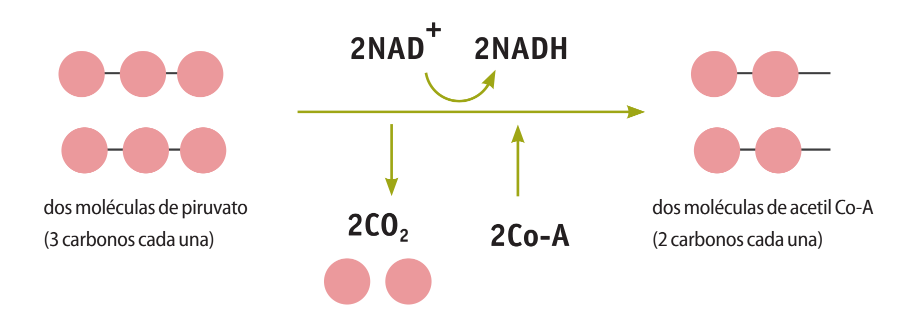
Una vez degradada la molécula de glucosa, las moléculas de piruvato resultantes ingresan en la matriz mitocondrial. Allí se produce un nuevo paso oxidativo que transforma al compuesto de tres carbonos (el piruvato) en un compuesto químico de dos carbonos denominado **grupo acetilo.** El carbono desprendido de cada molécula de piruvato se libera en forma de dióxido de carbono (CO_2).

El acetilo se une a una molécula de **coenzima A (Co-A)** que lo transporta hacia la siguiente secuencia de reacciones. Este nuevo paso oxidativo genera un NADH por cada piruvato transformado en **acetil Co-A.**

Ecuación general de la oxidación del piruvato. Dado que por molécula de glucosa se forman dos moléculas de piruvato, en el balance neto se originan 2 moléculas de dióxido de carbono y 2 NADH.



Ecuación de la oxidación del piruvato.

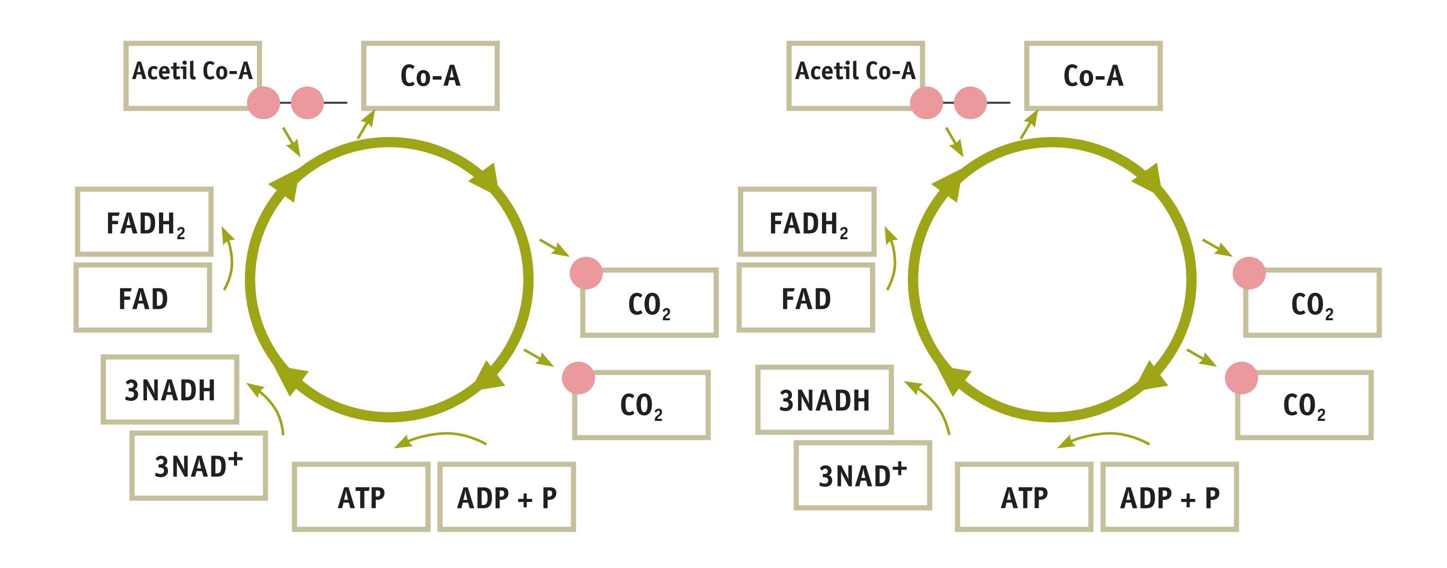




1. Modelicen con botones, clips o bolitas de plastilina la transformación de dos moléculas de piruvato en dos moléculas de acetil Co-A.

2. Representen las transformaciones de cada modelo de acetil Co-A durante el ciclo de Krebs.

El ciclo de Krebs es una vía cíclica de reacciones, ya que una sustancia inicial se transforma mediante una secuencia de pasos, al cabo de los cuales se regenera. En esta vía se completa la degradación de los grupos acetilo, compuestos resultantes de la etapa anterior.



Por cada grupo acetilo que ingresa en el ciclo, se generan 3 NADH y 1 $FADH_2$. Durante el ciclo de Krebs, parte de la energía liberada se almacena en un ATP. Finalmente, los 2 carbonos constituyentes del acetil Co-A se liberan en forma de CO_2.

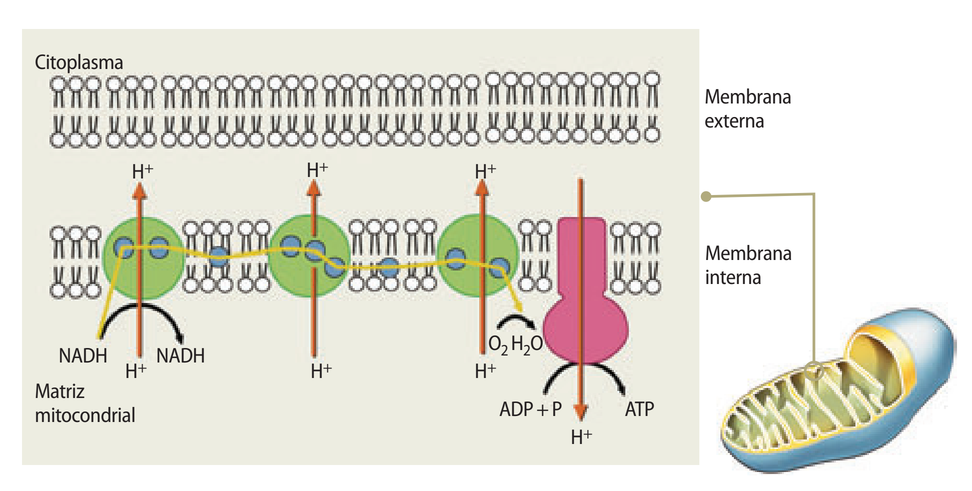
Ecuación general del ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs. Dado que por molécula de glucosa ingresan en el ciclo dos moléculas de acetil coenzima-A, en el balance neto se originan 4 moléculas de dióxido de carbono, 6 NADH, 2 $FADH_2$ y 2 ATP.

$$2\ \text{ACETIL CO-A} + 6\ \text{NAD} + 2\ \text{FAD} \rightarrow 4\ CO_2 + 6\ \text{NADH} + 2\ FADH_2 + 2\ \text{ATP}$$

La **cadena respiratoria** y la **fosforilación oxidativa** son los procesos en los cuales la energía de todos los electrones provenientes de los NADH y $FADH_2$ es liberada y empleada para sintetizar ATP.

La cadena respiratoria consiste en el transporte de los electrones provenientes del NADH y del $FADH_2$ hasta un aceptor final. Los electrones son cedidos a las moléculas transportadoras de electrones, que se encuentran enclavadas en secuencia en las membranas mitocondriales internas. Los electrones pasan sucesivamente de un transportador al siguiente. El último transportador cede los electrones al aceptor final: el oxígeno que proviene del medio y difunde hasta la matriz mitocondrial. Cuando el oxígeno acepta los electrones, acepta simultáneamente protones que se hallan libres en la matriz y se forma agua como producto final de la cadena respiratoria.

El resultado de todo el transporte de electrones a través de la cadena respiratoria es la síntesis de ATP y se denomina fosforilación oxidativa. Este complejo proceso no ocurre sin el aporte de oxígeno. La importancia de esta sustancia para nuestro organismo radica en que sin oxígeno es imposible la obtención de energía, es decir, la síntesis de ATP.



ACTIVIDADES

1. Dadas las siguientes situaciones, indiquen a qué etapa de la respiración celular afectarían. Justifiquen.

a. No se oxidan el NADH y el $FADH_2$.

b. Se impide la llegada de oxígeno a la célula.

c. Se bloquea la cadena de transporte de electrones.

d. Se inhibe la formación de acetil-CoA.

2. Relacionen la ventilación pulmonar con la respiración celular.

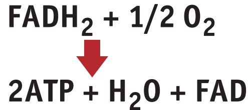
3. Realicen un esquema conceptual para sistematizar la secuencia de procesos que ocurren durante la respiración celular aeróbica.

$NADH + 1/2\ O_2$

$\downarrow$

$3ATP + H_2O + NAD^+$

$FADH_2 + 1/2\ O_2$



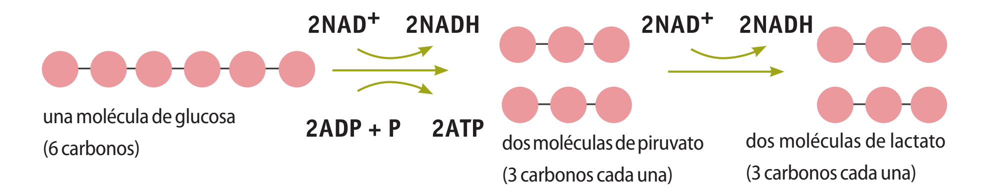
$2ATP + H_2O + FAD$

Por cada NADH originado durante la respiración celular se producen 3 ATP, y por cada $FADH_2$ formado, 2 ATP. Los H^+ y e^- que llevan cada uno de estos aceptores se unen a media molécula de oxígeno (un átomo) y se forma una molécula de agua.

RESPIRACIÓN ANAERÓBICA

Durante una actividad física intensa, las células del músculo esquelético pueden degradar glucosa en ausencia de oxígeno. Estas células pueden seguir una vía aeróbica o una anaeróbica según la disponibilidad de oxígeno en el medio.

El catabolismo de glucosa en ausencia de oxígeno puede resumirse con la siguiente ecuación química:



En la glucólisis de la respiración anaeróbica, la glucosa se degrada parcialmente y origina 2 moléculas de ATP. En esta primera etapa la glucosa se oxida y forma piruvato.

Del paso posterior, la **fermentación láctica,** no se obtiene energía y el piruvato se transforma en lactato.

Fermentación alcohólica

La respiración anaeróbica es el único proceso generador de energía en algunos seres unicelulares. Por ejemplo, ciertas bacterias obtienen ATP por medio de la degradación de glucosa que se transforma en lactato. Algunos hongos unicelulares, como las levaduras, la obtienen a partir de la degradación de la glucosa que se transforma en etanol y dióxido de carbono. Este último tipo de respiración anaeróbica se denomina **fermentación alcohólica**. De cada molécula de glucosa que se degrada anaeróbicamente se obtienen 2 de ATP.



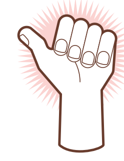
1. Identifiquen a qué aminoácidos corresponden la siguiente secuencia de codones:
CUU-CUA-CUG-CAA-GGU-AGU-AGU-AAA-UCU-CUG-CUG-CUA-GUC-UAA

2. Modelicen con bolitas de plastilina, botones o clips la porción de proteína identificada.

3. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización de la porción de proteína: una molécula, un átomo o una unidad del polímero?

4. Dada la siguiente secuencia de aminoácidos, escriban al menos dos ARNm que los codifiquen:

metionina – metionina – triptófano – triptófano -- serina



Si quieren recordar la estructura y las características del ADN y de las proteínas, relean el Capítulo 1.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

- La síntesis de una molécula de proteína puede durar entre 1 y 2 minutos.
- En el ser humano se han identificado alrededor de 35 000 genes.
- 1 cm^3 de ADN contiene más información que 1000 millones de discos compactos.
- En el núcleo de cada célula humana hay aproximadamente 2 metros de ADN.
- Trabajando 8 horas por día y tipeando 60 palabras por minuto, una persona tardaría 50 años en escribir todo el genoma humano.

Vías anabólicas: la síntesis de proteínas

La estructura y las actividades celulares dependen de dos tipos de macromoléculas: el ADN y las proteínas.

Las proteínas se sintetizan a partir de la información contenida en el ADN. Podría decirse que la información genética del ADN es como un "libro de recetas" en la que cada una detalla los ingredientes y sus cantidades (número, tipo y orden de aminoácidos) para preparar una "comida" (cada una de las proteínas que se sintetizan en la célula).

El ADN contiene un "lenguaje" propio llamado **código genético**. En este "idioma", tres bases de ADN (un triplete) conformarían una "palabra" o **codón** (unidad del código genético). Cada codón es una clave para designar uno de los 20 aminoácidos diferentes. Dado que el ADN posee cuatro tipos de bases, la cantidad de tripletes posibles y diferentes entre sí resultan 4^3, es decir, 64 codones.

Del total de tripletes, 61 codifican aminoácidos. Cada aminoácido puede estar codificado por más de un codón. A esos tripletes se los denomina **codones sinónimos**. Los 3 tripletes que no codifican aminoácidos se llaman **codones stop** porque funcionan como punto final en la construcción de una proteína.

	U		C		A		G		
	UUU		UCU		UAU		UGU		
U	UUC	fenilalanina	UCC	serina	UAC	tirosina	UGC	cisteína	U
	UUA		UCA		UAA		UGA		C
	UUG	leucina	UCG		UAG	codón stop	UGG	codón stop	A
	CUU		CCU		CAU		CGU	triptófano	G
C	CUC	leucina	CCC	prolina	CAC	histidina	CGC	arginina	U
	CUA		CCA		CAA		CGA		C
	CUG		CCG		CAG	glutamina	CGG		A
	AUU		ACU		AAU		AGU		G
A	AUC	isoleucina	ACC	treonina	AAC	asparagina	AGC	serina	U
	AUA		ACA		AAA		AGA		C
	AUG		ACG		AAG	lisina	AGG	arginina	A
	GUU	metionina	GCU		GAU		GGU		G
G	GUC	valina	GCC	alanina	GAC	ácido aspártico	GGC	glicina	U
	GUA		GCA		GGA		GGA		C
	GUG		GCG		GGG	ácido glutámico	GGG		A
									G

Si bien el ADN contiene la información genética, no controla la síntesis de proteínas en forma directa. Este proceso ocurre a través de una molécula intermediaria: el ácido ribonucleico o ARN.

En la síntesis de proteínas participan tres tipos de ARN:

- el **ARN mensajero** (**ARNm**);
- el **ARN de transferencia** (**ARNt**); y
- el **ARN ribosomal** (**ARNr**)

Los ARN se sintetizan en el núcleo, tomando el ADN como molde. Este proceso se denomina **transcripción**.

Síntesis de otras macromoléculas

Los retículos endoplasmáticos liso y granular intervienen en la síntesis de macromoléculas.
El REG está especializado en la síntesis de proteínas. En el REL, en cambio, se sintetizan lípidos, como los fosfolípidos y el colesterol.

La síntesis de ARN comienza con la separación de las cadenas de ADN en el tramo que será transcripto. Una enzima construye la cadena de ARN, acoplando los nucleótidos complementarios a los expuestos en la hebra del ADN que sirve de molde. Una vez concluida la transcripción, el ARN resultante se separa del molde y las dos cadenas de ADN vuelven a aparearse.

La síntesis proteica es uno de los procesos anabólicos más complejos que realiza la célula y, como tal, es muy endergónico. Se calcula que por cada aminoácido incorporado a la proteína en síntesis, se usan 3 ATP. A este costo se le debe agregar el que corresponde al proceso de la transcripción.

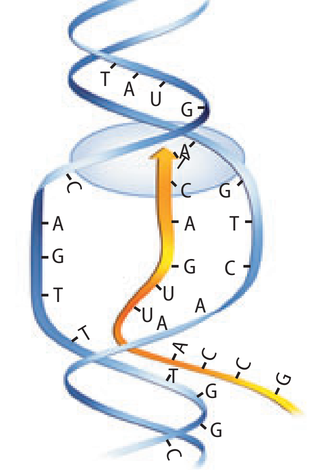
Los distintos tipos de ARN salen del núcleo, atravesando los poros de la envoltura nuclear, hacia el citoplasma, donde se realiza la síntesis proteica.

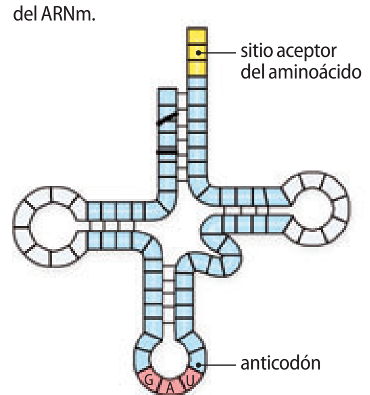
Dada la forma en que se transcribe la información, un triplete de bases del ARNm equivale a un codón. El ARNm lleva así la "receta" para armar parte de la proteína en el citoplasma.

El ARNt transporta los aminoácidos que se usarán en la síntesis de la proteína.

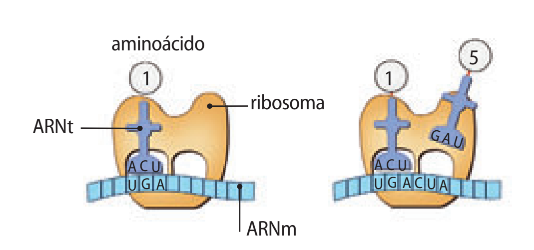
En una célula hay tantos ARNt como aminoácidos serán utilizados en este proceso. Cada uno tiene dos extremos: uno de ellos reconoce y se une específicamente a determinado tipo de aminoácido; el otro tiene una secuencia de tres bases denominada **anticodón**.

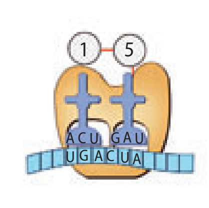
El tercer tipo de ARN, el ARNr, forma parte de los ribosomas. Dichas estructuras están constituidas por dos partes: la **subunidad ribosomal mayor** y la **subunidad ribosomal** menor. Ambas se organizan separadamente en el nucléolo y abandonan el núcleo en forma independiente.

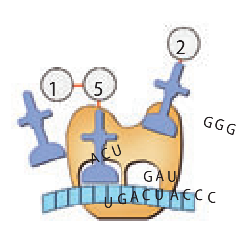

Modelo simplificado de transcripción del ARNm.

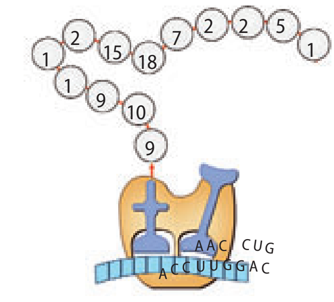


Modelo simplificado de ARNt.





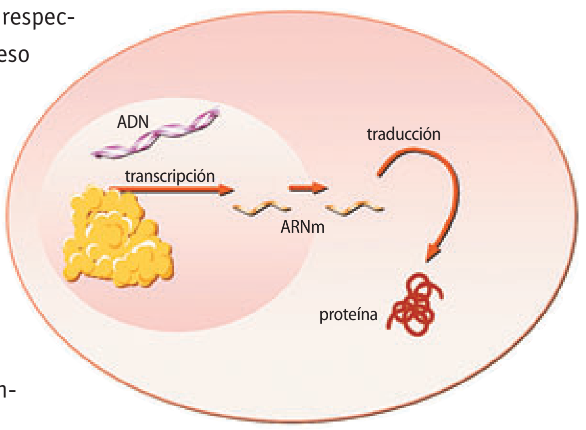




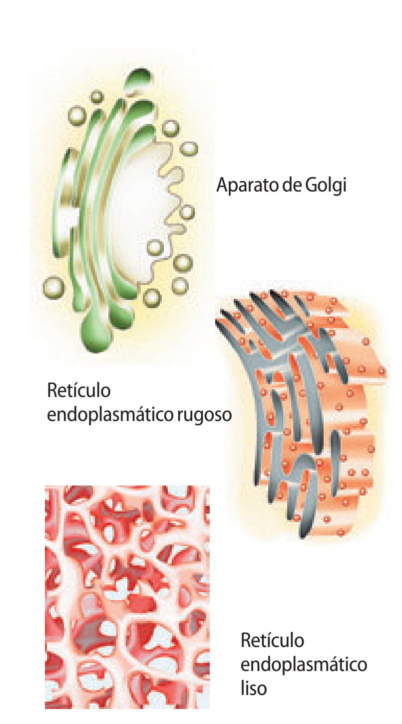
La síntesis de una proteína se inicia cuando un ARNm se une a dos subunidades ribosómicas. Éstas constituyen así un ribosoma completo y funcional.

En el ribosoma existen dos sitios para los ARNt. Éstos, unidos a sus respectivos aminoácidos, ingresan a dichos sitios. La condición para su ingreso es que exhiban los **anticodones complementarios** a los codones del ARNm. Entonces, se une el codón con el anticodón y los ARNt alinean los aminoácidos que transportan en el orden que indica el ARNm (que es el mismo del ADN).

Cuando los dos primeros aminoácidos se unen, se separa el primer ARNt y deja un sitio vacante en el ribosoma. Éste se desplaza la distancia equivalente a un codón sobre el ARNm y entonces ingresa el tercer ARNt, que lleva el aminoácido específico que se agregará a la nueva cadena proteica. Esta secuencia de acontecimientos se repite tantas veces como codones contenga el ARNm.



Modelo simplificado de síntesis proteica.



Transformación de macromoléculas

Cuando en la célula ingresan macromoléculas, éstas pueden ser transformadas en el **sistema de endomembranas**. Este complejo está conformado por el **aparato de Golgi**, el **retículo endoplasmático liso** (**REL**), el **retículo endoplasmático granular** (**REG**), los **lisosomas** y las **vesículas**.

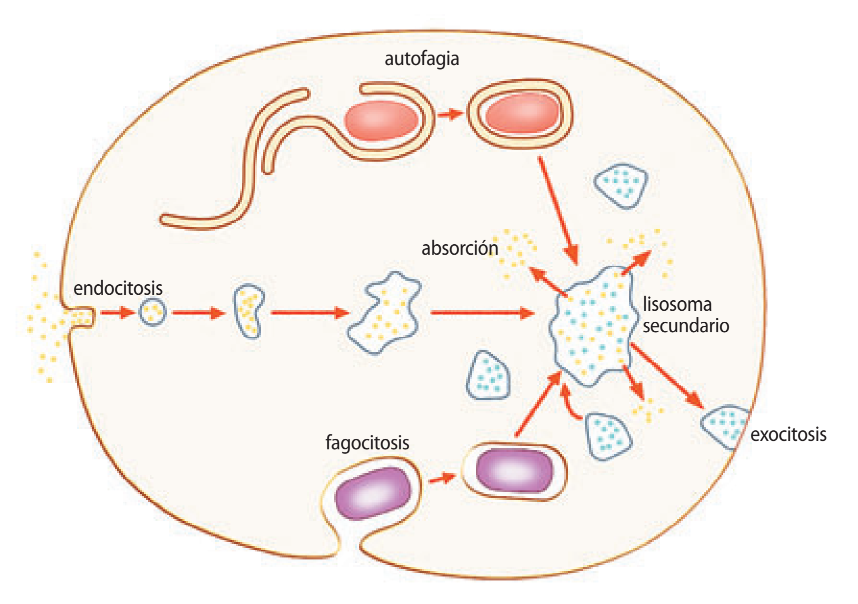
Además de la síntesis y circulación intracelular de macromoléculas, alguna de las cuales son secretadas hacia el medio extracelular, el sistema de endomembranas interviene en la digestión intracelular.

DIGESTIÓN INTRACELULAR

En la **digestión intracelular** participan los **lisosomas**, vesículas que encierran enzimas hidrolíticas o **hidrolasas**, que pueden digerir gran variedad de macromoléculas.

Los lisosomas que aún no han participado en procesos digestivos se denominan **lisosomas primarios**.

Cuando las células incorporan macromoléculas por medio del transporte en masa, se originan vesículas que se fusionan con los lisosomas primarios. El resultado de esta fusión es un **lisosoma secundario**. Los lisosomas secundarios contienen macromoléculas que provienen del exterior de la célula, junto con enzimas hidrolíticas. En el interior de estas organelas se produce la **digestión intracelular**: las macromoléculas son hidrolizadas o digeridas hasta transformarlas en moléculas simples. Estas moléculas pueden dejar el lisosoma atravesando sus membranas hacia el citoplasma. Este pasaje recibe el nombre de **absorción** y de esta forma ingresan, por ejemplo, aminoácidos y monosacáridos. Éstos se suman a los materiales que pueden ser obtenidos directamente del medio y pueden ser utilizados en vías catabólicas o anabólicas.



Así como la célula degrada los materiales que ingresan en ella, también puede procesar sus propios organoides citoplasmáticos.

Con cierta frecuencia, las células envuelven algunos de sus organoides en membranas del retículo endoplasmático y se forman los **autofagosomas**. Éstos se fusionan con lisosomas primarios y allí se produce la digestión de su contenido.

Se denomina **autofagia** la digestión de materiales propios de la célula. En cambio, con el término **heterofagia** se designa la digestión de sustancias provenientes del exterior.



I. ¿Cómo averiguar la acción de la catalasa sobre el peróxido de hidrógeno?

Para responder esta pregunta necesitan un trozo pequeño de hígado de vaca, un puñado de sal fina, un cuchillo y una cuchara, un frasco de agua oxigenada, mechero, tubos de ensayo, gradilla, mortero, arena y un broche de madera.

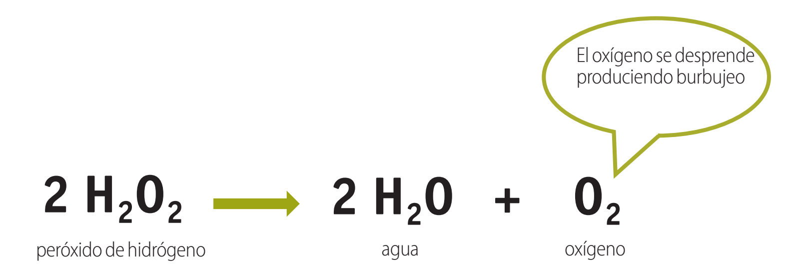
1. Corten el hígado en dos dados de aproximadamente 2 cm de lado.
2. Coloquen uno de los trozos en un tubo con agua y sometan a ebullición hasta que esté cocido.
3. Trituren uno de los trozos de hígado con un poco de arena en el mortero. Luego procedan de la misma manera con el otro trozo, enjuagando los utensilios entre una operación y otra.
4. Coloquen el hígado crudo y el cocido, ambos triturados, en sendos tubos de ensayo. Identifíquenlos.
5. Coloquen una punta de cuchara de sal fina en otro tubo de ensayo.
6. Agreguen a cada tubo 2 ml de agua oxigenada.
7. Observen y comparen los resultados.
8. Relean la información de la página siguiente para interpretar los resultados obtenidos.
9. Formulen una conclusión.

La absorción de los productos de la digestión, ya sea por autofagia o por heterofagia, permite que variados materiales puedan se utilizados por la célula en otros procesos metabólicos.

Después de la absorción, dentro de los lisosomas secundarios solo quedan desechos no digeribles. Cuando el lisosoma contiene únicamente desechos, se llama **cuerpo residual**. En ciertas ocasiones los cuerpos residuales se fusionan a la membrana plasmática; entonces los residuos que contienen se excretan por **exocitosis**.

Otras veces, los cuerpos residuales son mantenidos dentro de la célula hasta su muerte. Los científicos han observado que cuanto más larga es la vida celular, mayor es el número de estos cuerpos que se acumulan en el citoplasma.

Como se explicó en el capítulo anterior, los **peroxisomas** son organelas de membrana simple, dentro de los cuales se forman productos tóxicos para la célula, resultantes de las reacciones químicas que ocurren en ella. El **peróxido de hidrógeno** (H_2O_2), sustancia habitualmente llamada agua oxigenada, es uno de estos compuestos tóxicos que la célula degrada por la acción de la enzima **catalasa**, antes de que se vuelva nocivo para el organismo. La catalasa degrada el peróxido de hidrógeno según la siguiente reacción:



ACTIVIDADES

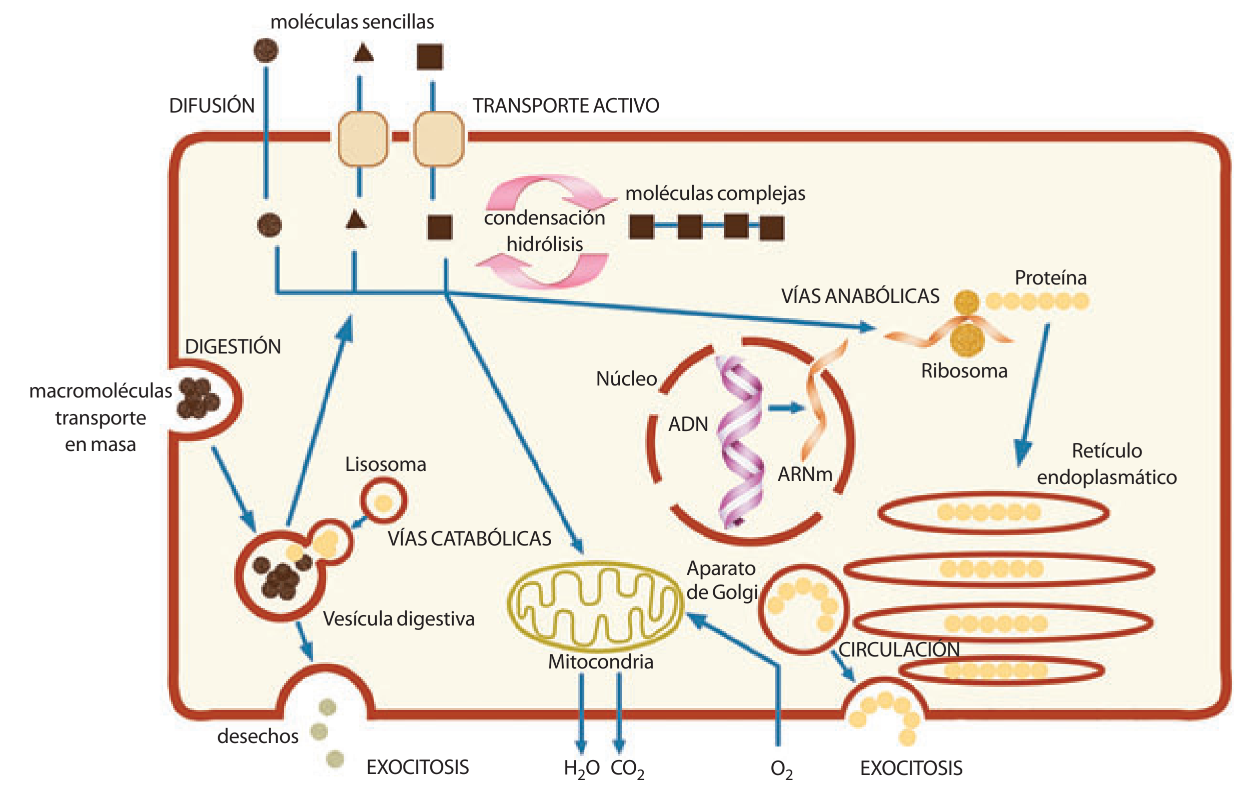
1. Modelicen con botones, bolitas de plastilina o clips la reacción que produce la catalasa en presencia de peróxido de hidrógeno.

2. ¿Cuántas moléculas de oxígeno se producen cuando reaccionan 100 moléculas de peróxido de hidrógeno?

3. ¿Cuántas moléculas de agua se producen cuando reaccionan 75 moléculas de peróxido de hidrógeno?

4. Observen atentamente los modelos de célula de las páginas 58, 67, 68 y 69, y escriban un texto que relacione los procesos representados en los mismos.

5. Copien la trama conceptual de la página 45 y agreguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.



Modelo simplificado para comprender, destacar y resumir la variedad de componentes que interactúan durante el metabolismo celular.



1. Después de la lectura del artículo I:
a. busquen las descripciones, escríbanlas y analícenlas segun las orientaciones de las páginas 42 y 43;
b. realicen una lista de las endoscopías que aparecen en las páginas de este capítulo; y
c. escriban una síntesis de las propiedades de los tipos de endoscopios descriptos en el artículo.

2. Después de la lectura del artículo II:
a. busquen las descripciones, escríbanlas y analícenlas segun las orientaciones de las páginas 42 y 43;
b. comparen los objetivos de las investigaciones realizadas en perros que se propusieron Pavlov y Nieponice.

3. Después de la lectura del artículo III:
a. busquen las definiciones, escríbanlas y analícenlas segun las orientaciones de las páginas 42 y 43.
b. elaboren un cuadro de doble entrada para sistematizar la información del artículo; y
c. realicen una encuesta para investigar el tipo de alimento que las personas ingieren habitualmente. Para ello:
- elaboren el cuestionario;
- lleven los datos a clase y compárenlos con los resultados de los demás grupos;
- formulen conclusiones;
- si de la investigación se concluye que no es frecuente la ingesta de los alimentos que sugiere el artículo, piensen y realicen acciones de difusión de las ventajas de su consumo.

42 || CLARIN || VIVA || 5 DE JUNIO DE 2005 — **artículo I**

Estudio del interior del tubo digestivo

En general, para el diagnóstico de muchas enfermedades del sistema digestivo se utiliza la endoscopía. El endoscopio es un tubo flexible conectado mediante cables a una computadora. Consta de una cámara montada en su extremo, con la que se puede filmar el interior del tracto digestivo y el paso de pequeños instrumentos para tomar muestras de tejido. Así por ejemplo, en la gastroscopía se introduce el endoscopio por la boca hasta llegar al estómago para realizar su estudio. Hay muchos tipos de endoscopios y reciben su nombre de acuerdo con el área u órganos que exploran. También, pueden ser utilizados para el estudio de las articulaciones y los órganos de otros sistemas.

Desde la década de 1960 se especula en las películas de ciencia ficción con viajes fantásticos por el interior del organismo. En la actualidad, la fantasía de máquinas viajando por el interior del cuerpo humano ha sido posible gracias al avance tecnológico.

Desde el año 2000 se ha desarrollado una técnica no invasiva denominada endoscopía capsular.

La miniaturización de estructuras electrónicas ha permitido la fabricación de un endoscopio inalámbrico (sin cables) del tamaño de una pastilla. Esta mini-cámara, después de ser ingerida, filma el tracto gastrointestinal y envía información a un dispositivo adosado al paciente. Luego, la información recolectada en el dispositivo es procesada a través de un software en una computadora. Este método permite, sobre todo, el estudio del intestino delgado, de difícil acceso. Con el endoscopio inalámbrico pueden diagnosticarse, por ejemplo, posibles tumores, úlceras u obstrucciones intestinales en forma más precisa y con menos complicaciones que con la endoscopía tradicional.

Además, si se sospecha una obstrucción intestinal, se utiliza un tipo similar de cápsula endoscópica compuesta por material biodegradable, que se disuelve en 48 a 80 horas y es reabsorbido por el organismo.

28 || CLARIN || SOCIEDAD || 1 DE AGOSTO DE 2005 — **artículo II**

Ingeniería de tejidos aplicada al esófago

La ingeniería de tejidos conforma un campo de investigación en el cual se manipulan células, tejidos y órganos para reemplazar o dar sostén a órganos dañados o enfermos.

El esófago es un órgano difícil de reemplazar. Actualmente se lo sustituye fabricándolo a partir de una porción de estómago.

El científico argentino Alejandro Nieponice investiga sobre la regeneración de los tejidos del esófago en la Universidad de Pittsburg. Esta técnica serviría para la reparación de este órgano en pacientes con cáncer o traumatismos en el esófago debido a excesos de acidez. Fue probada en 2004 en 12 perros que perdieron o tenían dañados algunos centímetros de este conducto. Los científicos les colocaron una malla o red con forma de tubo construida con parte de la submucosa de la vejiga de cerdos. Al mes del implante, la regeneración del esófago era total.

En la ingeniería de tejidos, la recuperación de huesos, piel y cartílago está muy avanzada. Hoy en día, además de la recuperación del esófago, se estudia la posibilidad de regenerar vasos sanguíneos, intestino, vejiga, estómago, páncreas e hígado.

NUTRICIÓN – ALIMENTOS FUNCIONALES

Cuidados a la carta

Los especialistas consideran una nueva opción terapéutica a los alimentos que tienen componentes benéficos para la salud.

Laura Vilariño

"Que tu alimento sea tu medicina", predicaba Hipócrates en la Grecia clásica. Pasaron 2500 años y la ciencia y la industria alimentaria siguen caminando en esa dirección. "El desarrollo de los alimentos funcionales continuará en aumento en el siglo XXI debido a la creciente demanda de los consumidores, el envejecimiento de la población, el encarecimiento del cuidado de la salud y la evidencia científica de que la dieta cumple un rol en la promoción de la salud y la prevención de enfermedades", explica la licenciada Carina Peretti, nutricionista del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires. ¿Qué son los alimentos funcionales? Son aquellos que por sus componentes proveen beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, según la definición de *The International Life Sciences Institute of North America*. Así, hoy es corriente escuchar hablar de ácidos grasos esenciales, fibras y carotenoides, componentes de algunos alimentos que han demostrado su capacidad de prevenir y participar en el tratamiento de muchas enfermedades, entre ellas cáncer, ateroesclerosis, problemas cardiovasculares y osteoporosis. El grupo abarca tanto a los alimentos en estado natural (llamados alimentos fuente) como a los enriquecidos con nutrientes de otros productos.

Los grandes grupos

Si bien la cantidad de sustancias identificadas son muchas y cada una aporta beneficios específicos, María Elena Torresani, docente de Dietoterapia del Adulto de la carrera de Nutrición de la UBA, sintetiza en tres grandes grupos a los alimentos funcionales: Pro y Prebióticos, que se encuentran especialmente en los lácteos; el Omega 3, un ácido graso que el organismo no produce y es esencial para su protección; y los fitoquímicos, provenientes de verduras y frutas. "Todos ellos tienen un efecto benéfico en la salud cuando se consumen como parte de una dieta variada y en niveles efectivos", aclara Peretti.

Pre y probióticos

Los lácteos enriquecidos con lactobacilos (probióticos) equilibran la flora intestinal, mejoran el estado inmunológico y reducen el riesgo de contraer cáncer de colon. ¿Cómo reconocerlos en el supermercado? En la etiqueta de la leche fermentada debe leerse: "con *Lactobacilos casei, defensis y shirota*", y se presenta en envases de 100 cm^3, que equivalen a la dosis diaria recomendada. Estos probióticos se encuentran también en yogures "probio", "GG" y "biopuritas". Por otra parte, los prebióticos son fibras que trabajan para que el organismo absorba mejor los minerales, estimulan el sistema inmunológico, reducen los niveles de colesterol y triglicéridos y el riesgo de cáncer de colon. En los comercios se los consigue como leche con inulina o con Prebio/FOS. También hay yogures, quesos, helados y harinas enriquecidas.

Ácidos grasos Omega 3

Son grasas poliinsaturadas que disminuyen el riesgo de arritmias y trombosis, previniendo accidentes cardio y cerebrovasculares. Disminuyen también el LDL (colesterol malo) y los triglicéridos, y aumentan el HDL (colesterol bueno). Algunas de sus variedades pueden reducir la posibilidad de contraer cáncer de mama. Los nutricionistas recomiendan 2 a 3 porciones semanales de pescados de mar (caballa, arenque, salmón y atún, en orden decreciente de aporte de Omega 3), aceites vegetales (soja, oliva y girasol Alto Oleico), y también leche y huevos enriquecidos con Omega 3.



Paleta de colores. La variedad cromática en los vegetales asegura variedad de nutrientes.

Fitoquímicos

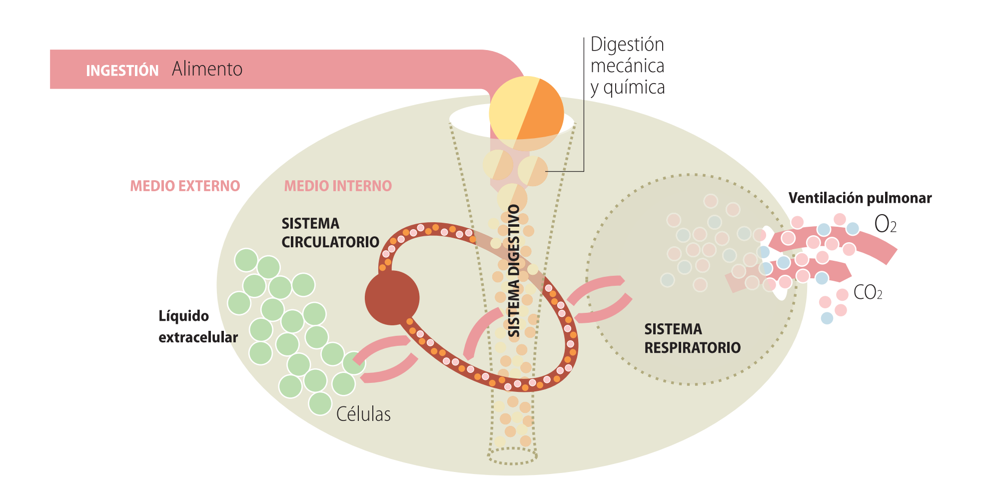
Son de origen vegetal y se agrupan según las funciones de protección para el organismo. Estas clases, a su vez, se relacionan con el color predominante en cada una. Por ejemplo, los carotenoides son pigmentos presentes en vegetales y frutas que van desde el amarillo al rojo y que el organismo transforma en vitamina A (retinol). "Muchas investigaciones han atribuido un efecto protector a los carotenos contra las enfermedades degenerativas. El betacaroteno es el más importante en la prevención de enfermedades crónicas", comenta Torresani. Para incorporarlos a la dieta diaria, la profesional sugiere consumir espinaca, hinojo, zanahoria, batata, duraznos disecados, remolacha, ají colorado, melón, zapallo, damasco, acelga, tomate crudo, apio, brócoli, puerro, lechuga y pomelo rosado. Torresani pone énfasis en el licopeno, presente en el tomate y sus derivados (jugo, salsas, etc.). "En los últimos años se revelaron diferentes hallazgos acerca del licopeno frente al cáncer y enfermedades cardiovasculares".

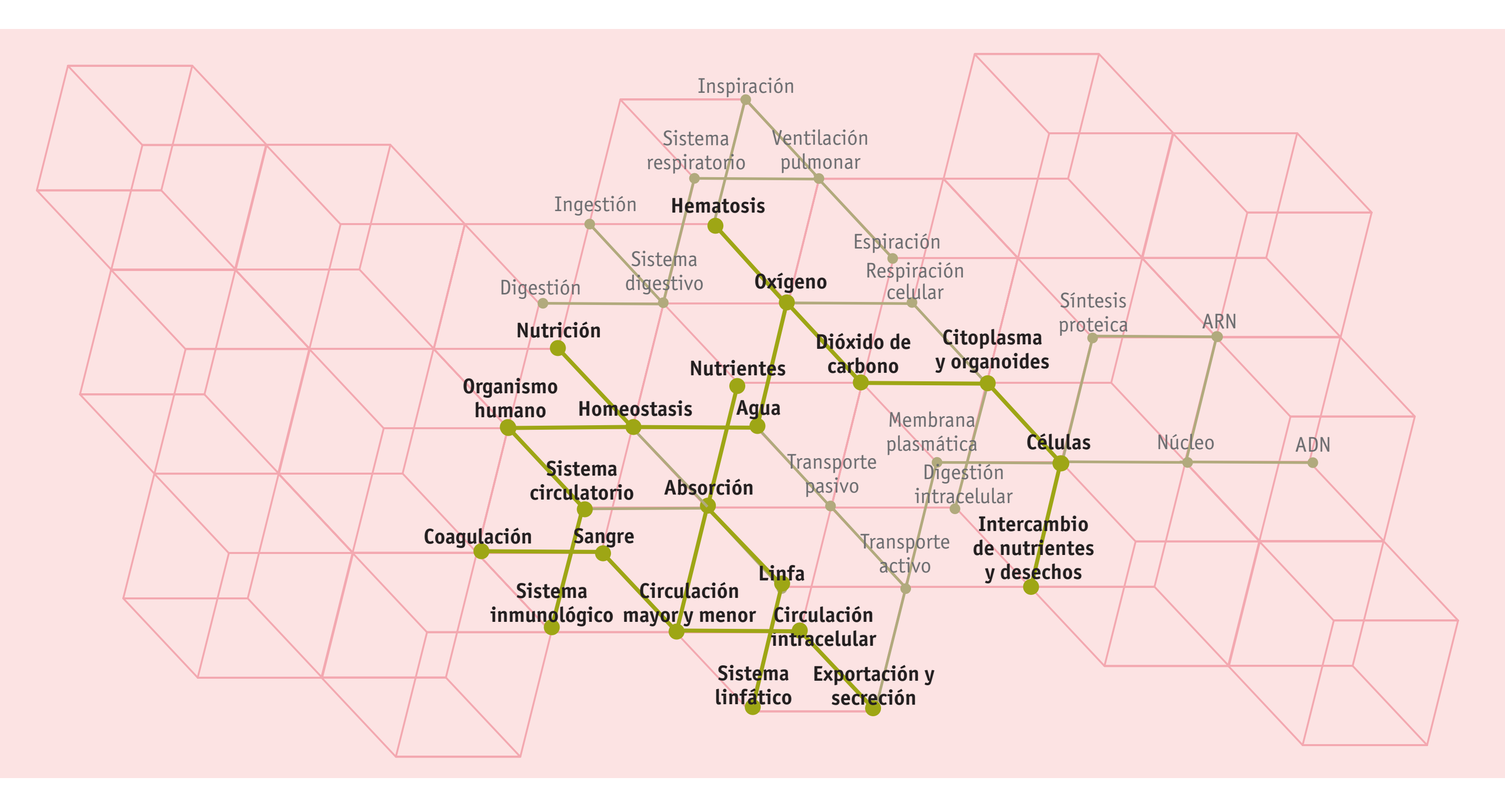
Otros componentes activos de los vegetales son las fibras que benefician al aparato digestivo y al sistema cardiovascular y disminuyen la posibilidad de cáncer de colon. Por eso no deben faltar los cereales integrales, el salvado de trigo y, especialmente, la avena integral. La soja aporta proteínas que reducen los riesgos cardíacos y sus fitoestrógenos alivian los síntomas de la menopausia.

3 CIRCULACIÓN DE LOS NUTRIENTES

Sistemas de circulación de nutrientes y otros materiales

Como se explicó en los capítulos anteriores, el nutriente **oxígeno**, contenido en el volumen de aire inspirado, ingresa en el sistema respiratorio a través de la **ventilación pulmonar**. En los alvéolos se produce la **hematosis**, proceso por el cual el oxígeno deja el **sistema respiratorio** e ingresa en un sistema de circulación que lo distribuye por todo el organismo.





Los demás **nutrientes** se extraen de los alimentos que ingresan en el **sistema digestivo**. La **digestión** consiste en la extraccción de los nutrientes contenidos en los alimentos. En las microvellosidades intestinales se produce su **absorción**, proceso por el cual los nutrientes dejan el sistema digestivo e ingresan en un sistema de circulación que los distribuye por todo el organismo.

Por el **sistema circulatorio** o **cardiovascular** circulan nutrientes hacia todas las células del cuerpo. Por este sistema también circulan desechos celulares hacia los órganos que los liberan hacia el medio exterior.

El sistema circulatorio participa en las siguientes actividades:

- transporte de nutrientes, desechos y sustancias que intervienen en el crecimiento y desarrollo del organismo;
- transporte de componentes sanguíneos específicos que intervienen en la coagulación de la sangre y en la defensa del cuerpo frente a una invasión de microorganismos; y
- regulación de la temperatura corporal.

El organismo también tiene otro sistema de circulación de materiales, complementario al sistema cardiovascular, el **sistema linfático**.

Por el sistema linfático circula la **linfa**, fluido con nutrientes que provienen de la digestión de los lípidos y células específicas del sistema de defensa (**sistema inmunológico**) del organismo.

Luego de la circulación por el sistema linfático, la linfa se mezcla con la sangre y continúa su tránsito por el sistema circulatorio.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

▮ Si se pudieran colocar los capilares de un organismo adulto, uno detrás del otro formando una fila, el fino conducto resultante mediría aproximadamente 60 000 km.

▮ Si se pudieran extender las paredes de todos los capilares que tiene un organismo adulto, se podrían "alfombrar" casi 4 canchas de tenis (750 m^2).

▮ Del porcentaje total de sangre que circula en un organismo en reposo, el 17% se encuentra en las arterias; el 6% en las arteriolas y los capilares; el 70% en las venas; y el 7% restante en el corazón.

Vasos sanguíneos	Diámetro	Velocidad del flujo sanguíneo
arterias	0,5-25 mm	50 cm/s
arteriolas	40-50 µm	variable
capilares	7-10 µm	0,7 mm/s
venas	0,5-20 mm	50 cm/s

Estructura y dinámica del sistema circulatorio

El sistema circulatorio está formado por la **sangre**, tejido que transporta los nutrientes y otros materiales; y el **corazón**, órgano que propulsa la sangre a través de una compleja red de conductos, los **vasos sanguíneos**.

Los vasos sanguíneos

La sangre circula principalmente por tres tipos de **vasos sanguíneos**. Según su estructura y el sentido que lleva la sangre en su interior, se clasifican en arterias, venas y capilares.

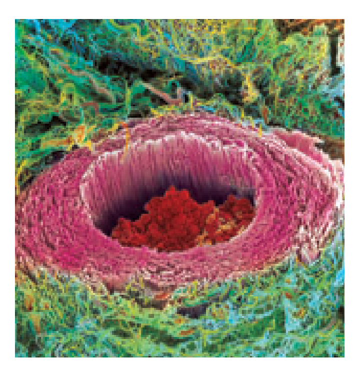
El corazón propulsa la sangre a través de las **arterias** hacia todos los tejidos del cuerpo. Las paredes de estos vasos son gruesas y con muchas fibras elásticas que les permiten soportar la presión que ejerce la sangre en su interior. Por la mayoría de las arterias circula sangre rica en oxígeno y, según la forma que adopten, o el hueso u órgano junto al que se encuentren, tienen variadas denominaciones: arteria humeral, arteria renal, arterias coronarias, entre otras.

Las arterias están ramificadas en otro tipo de vasos de menor diámetro, las **arteriolas**. Las paredes de esos conductos están formadas por una capa muscular que puede dilatar o contraer la luz de las arteriolas. La **vasoconstricción** y **vasodilatación** de las arteriolas regulan el flujo de sangre en los distintos órganos del cuerpo, según sus requerimientos de oxígeno y otros nutrientes.

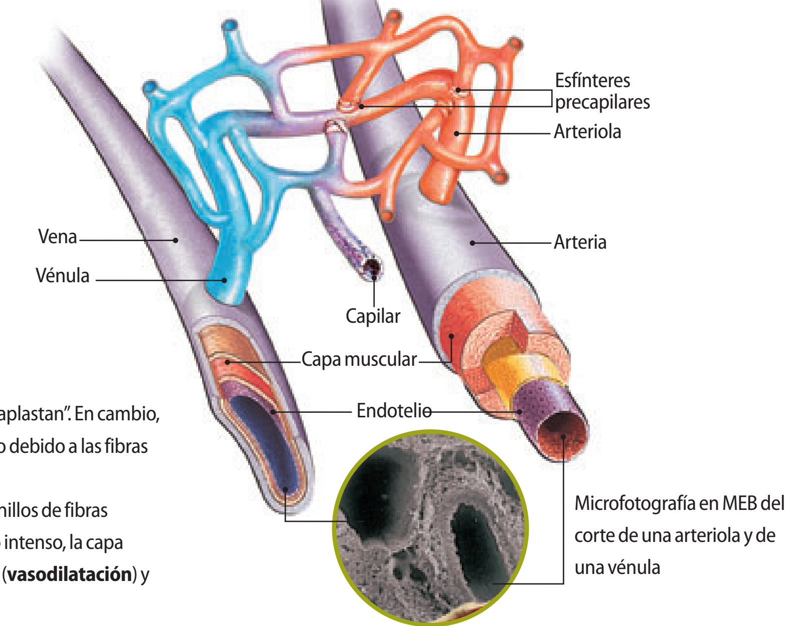
Las arteriolas también se ramifican en finos vasos o **capilares sanguíneos**. El espesor de las paredes de esos conductos están conformadas por una sola capa de células.

Los capilares sanguíneos conforman un delicado entramado en íntimo contacto con todas las células que componen los tejidos y órganos del cuerpo. A través de esta red se produce el **intercambio de nutrientes** y otros materiales entre la sangre y las células corporales.

Los capilares se reúnen en vasos de mayor calibre, las **vénulas**, y éstas en conductos de mayor diámetro, las **venas**. Por estos vasos la sangre circula desde los tejidos hacia el corazón. Las paredes de las venas son más delgadas y menos elásticas que las de las arterias y tienen **válvulas** que impiden la circulación de la sangre en sentido contrario.



Fotomicrografía en MEB del corte de una arteriola



Microfotografía en MEB del corte de una arteriola y de una vénula

Si las venas y las vénulas no contienen sangre, se colapsan o "aplastan". En cambio, aun sin sangre, las arterias y arteriolas mantienen su diámetro debido a las fibras elásticas que conforman sus paredes.

En la unión entre las arteriolas y los capilares hay pequeños anillos de fibras musculares, los **esfínteres precapilares**. Durante el ejercicio intenso, la capa muscular de las arteriolas y los esfínteres se relajan o "aflojan" (**vasodilatación**) y aumenta el flujo sanguíneo al tejido muscular.

El corazón

El **corazón** es un órgano muscular hueco situado entre los pulmones. En su interior se observan cuatro cavidades: la **aurícula derecha**, el **ventrículo derecho**, la **aurícula izquierda** y el **ventrículo izquierdo**.

Entre las aurículas y los ventrículos hay **válvulas auriculoventriculares** que permiten el paso de la sangre desde las aurículas a los ventrículos, pero no en sentido opuesto.

El corazón está conformado por un tipo especial de tejido muscular denominado **miocardio**. Las paredes que rodean los ventrículos tienen mayor espesor que las que rodean las aurículas.

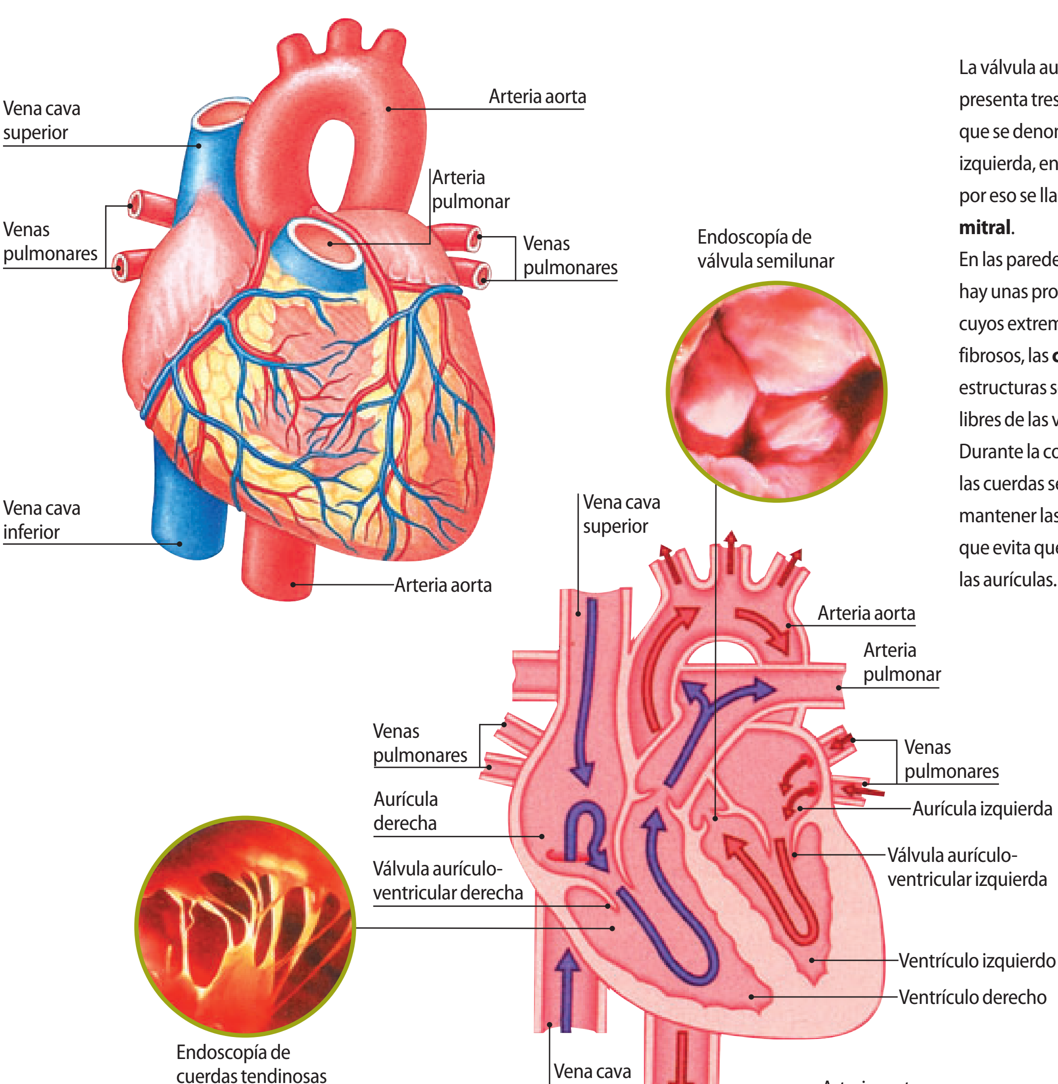
Externamente al miocardio, el corazón está envuelto por dos membranas. Una de ellas, el **epicardio**, conforma la superficie del órgano. La otra, llamada **pericardio**, lo envuelve como un saco. Entre ambas membranas hay un espacio lleno de un fluido que lubrica constantemente las superficies y facilita los movimientos del corazón.

La **arteria pulmonar** y la **arteria aorta** tienen su origen en los ventrículos derecho e izquierdo, respectivamente. La sangre que circula desde el corazón hacia estos vasos sanguíneos, atraviesa las **válvulas semilunares**, estructuras que impiden el retroceso de la sangre a los ventrículos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

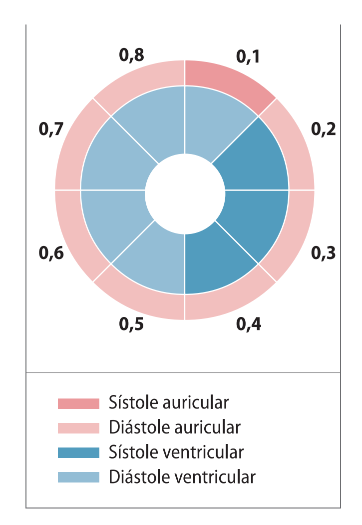
En una persona adulta, su corazón pesa entre 300 g y 400 g y tiene el tamaño de su puño: 6 cm de profundidad, 9 cm de ancho y 12 cm de largo.

El corazón puede bombear 5 litros de sangre por minuto. Esto significa que por el corazón de un adolescente de 16 años pasaron aproximadamente 42048 millones de litros de sangre.



La válvula aurículoventricular derecha presenta tres "lengüetas" o valvas, por lo que se denomina **válvula tricúspide**. La izquierda, en cambio, posee dos valvas, por eso se llama **válvula bicúspide** o **mitral**.

En las paredes internas de los ventrículos hay unas prolongaciones musculares de cuyos extremos se prolongan filamentos fibrosos, las **cuerdas tendinosas**. Estas estructuras se insertan sobre los bordes libres de las válvulas aurículoventriculares. Durante la contracción del ventrículo, las cuerdas se tensan y contribuyen a mantener las válvulas bien cerradas, lo que evita que las valvas se doblen hacia las aurículas.

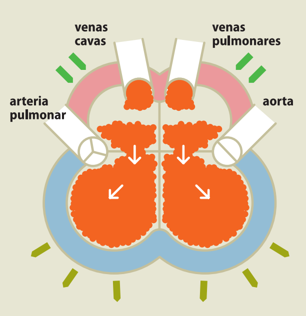


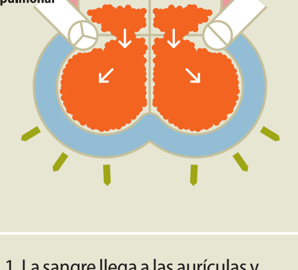
Para analizar el ciclo cardíaco es conveniente dividirlo en 8 segmentos que corresponden a 0,1 segundo cada uno.
La parte externa del círculo representa la sístole y la diástole auricular.
La parte interna del círculo representa la sístole y la diástole ventricular.
1. La sístole auricular dura 0,1 segundo y la diástole auricular 0,7 segundos.
2. Luego de la contracción auricular, los ventrículos se contraen durante 0,3 segundos y se relajan a continuación durante los 0,5 segundos restantes.
3. Aurículas y ventrículos permanecen simultáneamente en diástole 0,4 segundos.

CICLO CARDÍACO

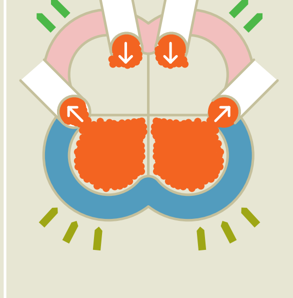
La contracción y relajación alternada del corazón recibe el nombre de **ciclo cardíaco**. Una persona en reposo con una frecuencia de pulso de 70, produce 70 ciclos cardíacos por minuto. Normalmente, cada ciclo tiene una duración de 0,8 segundos y presenta dos fases: una de relajación o **diástole**; y una de contracción o **sístole**.

El ciclo cardíaco se produce en forma simultánea en ambas partes del corazón. La sístole del ventrículo izquierdo propulsa por la aorta sangre oxigenada hacia todo el organismo, mientras la sístole del ventrículo derecho impulsa por la arteria pulmonar sangre carboxigenada hacia los pulmones. Entre fase y fase, el corazón nunca queda sin sangre, ya que la entrada y el bombeo de sangre es permanente.

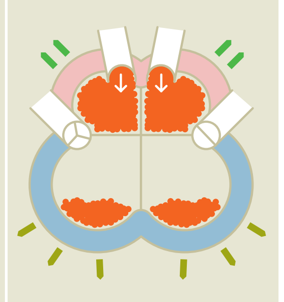




1. La sangre llega a las aurículas y aumenta la presión interna.
Las aurículas se contraen, las válvulas auriculoventriculares se abren y la sangre pasa a los ventrículos que están relajados (**diástole ventricular**).
Las válvulas semilunares permanecen cerradas.



2. Los ventrículos se llenan de sangre y aumenta la presión interna. Los ventrículos se contraen y las válvulas aurículoventriculares se cierran (**sístole ventricular**), las válvulas semilunares se abren y la sangre es expulsada del corazón. Mientras, las aurículas están en diástole.



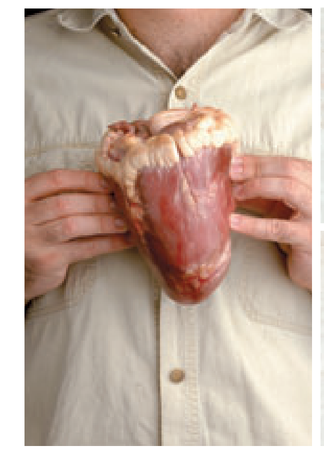
3. Los ventrículos se relajan y las válvulas semilunares se cierran (**diástole ventricular**). Las aurículas continúan en diástole a medida que entra la sangre en ellas.



¿Qué características comparte el corazón humano con el de una vaca?

Para responder esta pregunta necesitan un corazón de vaca, un cuchillo, una bandeja y algunas pajitas o palillos.

1. Tomen el corazón de vaca, supongan que es de ustedes y traten de ubicarlo en el lugar que ocuparía en sus cuerpos.
2. Observen su aspecto y forma externa.
3. Localicen las aurículas y los ventrículos.
4. Busquen los grandes vasos sanguíneos y observen sus extremos cortados. Determinen si se trata de arterias o de venas.
5. Observen las arterias y las venas coronarias.
6. Apoyen el cuchillo sobre el vértice del corazón y realicen un corte desde éste hasta el extremo opuesto.
7. Abran el corazón y observen el tabique que lo separa en una mitad derecha y otra izquierda.
8. Comparen el grosor de las paredes musculares de las aurículas y los ventrículos.
9. Localicen las válvulas aurículoventriculares, las cuerdas tendinosas y las válvulas semilunares.
10. Inserten una pajita por la abertura de cada vaso y observen con qué cavidad se comunica. Usen ese dato para reconocer y nombrar cada uno de los vasos sanguíneos.





RITMO DEL CICLO CARDÍACO El ritmo de los ciclos cardíacos está coordinado por un sistema especial, el **sistema de conducción intrínseca** del corazón. Este sistema está conformado por grupos especializados de células del miocardio que producen "automáticamente" señales eléctricas de manera espontánea y a frecuencia regular.

El ciclo cardíaco se inicia en un primer conjunto de células que constituye el marcapasos natural o **nódulo senoauricular**, que establece y controla el ritmo de la contracción del corazón. Está ubicado en la aurícula derecha, cerca de la desembocadura de la vena cava superior.

Las señales eléctricas producidas por el nódulo senoauricular se propagan por las paredes de las aurículas y provocan su contracción (**sístole auricular**). A su vez, la onda de excitación estimula un segundo nódulo, el **auriculoventricular**, ubicado en la base de la aurícula derecha. Desde allí, la onda de excitación se propaga a un tercer grupo de células especializadas, el **haz de His**, ubicado en el tabique que separa los ventrículos.

El haz de His continúa con las ramas de una red formada por las **fibras de Purkinje**, dentro de las paredes de los ventrículos. La onda de excitación que recorre esas fibras origina la contracción de los ventrículos (**sístole ventricular**).

En síntesis, la transmisión de los impulsos eléctricos que se propagan por el sistema de conducción intrínseca provoca la excitación y la contracción del corazón.

El ritmo del ciclo cardíaco también está influido por el sistema nervioso. Por ejemplo, durante el ejercicio físico intenso o ante una situación de estrés, el sistema nervioso aumenta la frecuencia de excitación del nódulo senoauricular y, en consecuencia, se incrementa la frecuencia cardíaca. Esta situación provoca el aumento del flujo de sangre a los músculos.

Por el contrario, durante el estado de reposo o cuando desciende la temperatura del cuerpo, el sistema nervioso provoca la disminución de cantidad de ciclos cardíacos por minuto.

Marcapasos artificial

Cuando el nódulo senoauricular no funciona a una frecuencia regular y se pierde el control del ritmo cardíaco, se implanta un **marcapasos artificial** debajo de la piel. Este dispositivo es un pequeño aparato que funciona con baterías. Unos finos cables se conectan al corazón y por allí se transmiten impulsos eléctricos. El marcapasos posee un sistema automático que detecta irregularidades en la frecuencia cardíaca natural. Por ejemplo, cuando la frecuencia de los latidos aumenta, el marcapasos se apaga. En cambio, cuando los latidos son muy lentos, se enciende.

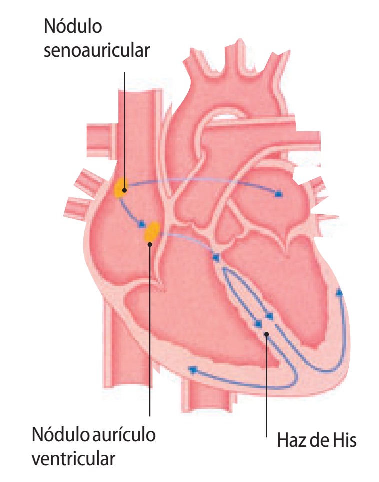
Marcapasos artificial

Radiografía de tórax

Estudios de la actividad del corazón

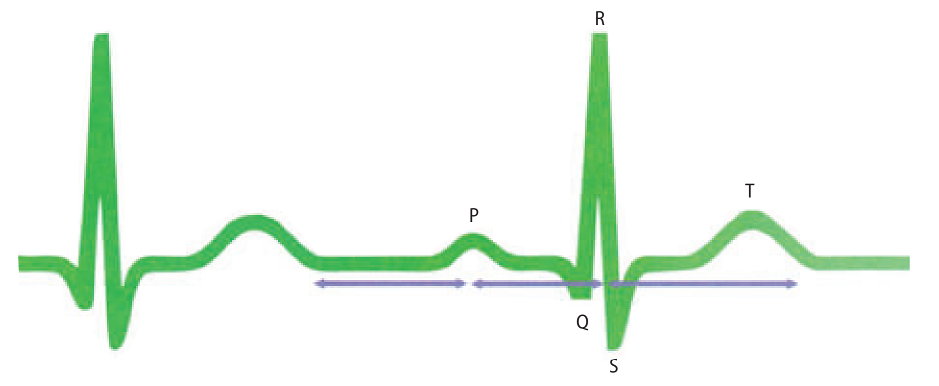
En medicina se aplican numerosas técnicas para estudiar la actividad cardíaca sin acceder en forma directa al corazón. Esto puede realizarse porque la actividad del corazón produce manifestaciones externas que pueden ser registradas en otros lugares del organismo.

Todos los valores obtenidos de las manifestaciones externas de la actividad cardíaca son índices que permiten evaluar la actividad del corazón y constituyen el primer paso en el diagnóstico de desequilibrios en el sistema cardiovascular.



El **sistema de conducción intrínseca** del corazón provoca la contracción automática del corazón dentro o fuera del organismo.

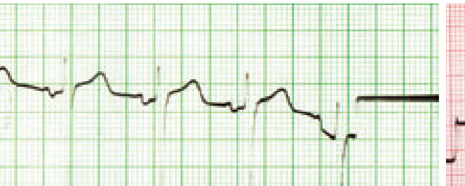
ELECTROCARDIOGRAMA Los impulsos eléctricos generados por el sistema de conducción intrínseca pueden registrarse a través del **electrocardiógrafo**. Para realizar este estudio, se colocan electrodos sobre la superficie de determinadas regiones del tórax. El **electrocardiograma** (**ECG**) es el registro de los impulsos de los nódulos, que quedan registrados en un papel especial.



Las desviaciones de la aguja que traza el registro de la actividad eléctrica del corazón se designan con las letras P, Q, R, S y T. En un ciclo cardíaco normal la onda P representa la propagación del impulso eléctrico a través de las aurículas; la onda QRS cuando se transmite por los ventrículos y la onda T cuando los ventrículos se relajan.



El médico francés René T. H. Laennec inventó el estetoscopio en 1816. Cuenta la historia que el inventor, médico de carácter retraído, no se animaba a colocar su oreja sobre el pecho de las pacientes para escuchar los latidos del corazón. Una vez, enrolló un papel para formar un tubo. Apoyó uno de sus extremos sobre el pecho de la paciente y en el otro colocó una de sus orejas.
Con sorpresa, el médico se percató que el tubo amplificaba los sonidos cardíacos. Con el tiempo, Laennec mejoró el instrumento con un diseño similar al actual.



Cuando se produce una insuficiencia en el flujo de sangre que llega al corazón y posteriormente la muerte de un sector de miocardio, la onda T se invierte, la Q aumenta su tamaño y puede desaparecer la onda R.
Esta situación se denomina **infarto**.



Cuando falla el marcapasos natural puede producirse una **fibrilación ventricular**, que en el registro se observa como un zigzag continuo. En este caso, las células del miocardio de los ventrículos se contraen en forma desorganizada y la sangre no es bombeada fuera del corazón. Puede derivar en un paro cardíaco que se registra como una línea horizontal.

RUIDOS CARDÍACOS

Los médicos usan el **estetoscopio** para amplificar los sonidos producidos por el corazón en un procedimiento de rutina llamado **auscultación**. Los sonidos que se escuchan a través del estetoscopio son las manifestaciones audibles de la actividad de las válvulas del corazón, los dos **ruidos cardíacos.**

La onomatopeya para explicar estos ruidos se escribe *lub-DUP*, para el primer y segundo sonido respectivamente. En una secuencia de estos sonidos se escucha: *lub-DUP*, *lub-DUP*, *lub-DUP*.

El primer ruido (***lub***) es más duradero, grave y de tono bajo. Corresponde al cierre de las **válvulas auriculoventriculares**.

El segundo ruido (***DUP***) es agudo, de tono alto y más corto. Lo origina el cierre de las **válvulas semilunares**.

PULSO ARTERIAL

Otra forma de evaluar la actividad cardíaca es a través del **pulso arterial**. La propulsión de la sangre desde el ventrículo izquierdo hacia la aorta, provoca la dilatación de este vaso. Esta expansión en la aorta se propaga como una onda por las todas las arterias del cuerpo y se puede palpar como un pulso. Apenas pasa la onda, las arterias recuperan su diámetro debido a su gran elasticidad.

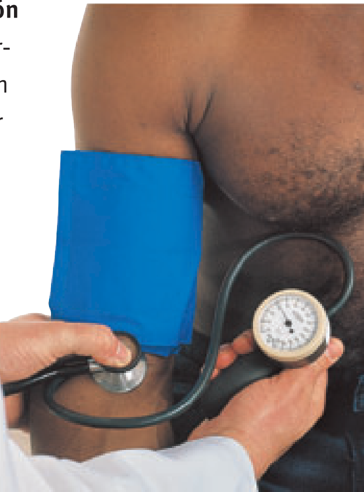
El pulso arterial puede percibirse colocando uno o dos dedos sobre una arteria superficial. El registro de las pulsaciones producidas en un minuto indican la cantidad de latidos en ese lapso o la **frecuencia cardíaca**.

PRESIÓN SANGUÍNEA

El estudio de medición de la **presión sanguínea** registra la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias de la circulación sistémica. La presión arterial se registra con dos números. Por ejemplo, los valores normales son de 120/70. El primer número corresponde a la presión provocada en las arterias durante la contracción de los ventrículos. El segundo número es la presión de las arterias cuando los ventrículos están relajados.



Cada vez que el corazón entra en sístole ventricular, se inicia una onda de expansión y por eso el número de pulsaciones por minuto es igual al número de latidos que el corazón realiza en ese lapso.



Habitualmente la presión sanguínea se mide con el **esfigmomanómetro** y un **estetoscopio**. El primer aparato registra la presión, mientras con el segundo se escucha el flujo sanguíneo.

Circulación pulmonar y sistémica

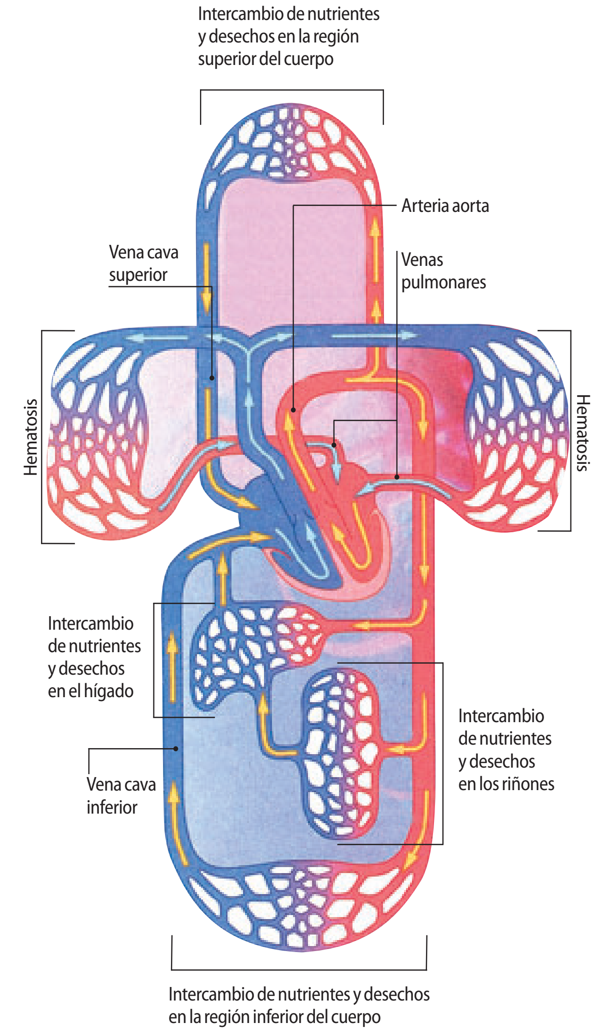
Si se estudia al corazón como dos bombas independientes, una derecha y otra izquierda, cada una propulsa la sangre en dos circuitos diferentes entre sí, pero interconectados.

La sangre que proviene del cuerpo con mayor concentración de dióxido de carbono es propulsada desde el ventrículo derecho hacia los pulmones a través de la **arteria pulmonar**. Este vaso se ramifica en capilares sanguíneos alrededor de los alvéolos. Allí, ocurre el intercambio gaseoso o **hematosis**, proceso mediante el cual la sangre libera el dióxido de carbono que transporta y se satura con oxígeno contenido en los alvéolos. Una vez oxigenada, la sangre retorna por las **venas pulmonares** hasta la aurícula izquierda del corazón.

En síntesis, la sangre circula desde la bomba derecha del corazón hacia los pulmones, y de éstos hacia la bomba izquierda del órgano. Este recorrido que realiza la sangre se denomina **circuito menor** o **circulación pulmonar**.

Una vez en el corazón, la sangre oxigenada pasa de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo, desde donde es propulsada hacia todo el organismo a través de la **arteria aorta**. Este vaso se ramifica en arterias más pequeñas, arteriolas y capilares, que se extienden por todo el organismo. Entre los capilares y las células se produce el **intercambio de nutrientes y desechos**. El dióxido de carbono producido durante la respiración celular difunde a través de las membranas hacia la sangre de los capilares. Entonces, la sangre carboxigenada circula por los capilares hacia las vénulas y luego por las venas de mayor calibre, hasta que regresa a la aurícula derecha del corazón a través de la **vena cava inferior** y **superior**.

En síntesis, la sangre circula desde la bomba izquierda del corazón hacia todo el cuerpo, y de éste hacia la bomba derecha del órgano. Este recorrido que realiza la sangre se denomina **circuito mayor** o **circulación sistémica**.



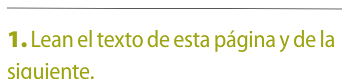
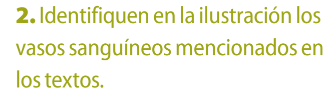
La sangre circula en un circuito cerrado, por eso resulta difícil determinar dónde comienza y dónde finaliza su recorrido. Sin embargo, es posible establecer un lugar y reconocerlo como inicio para poder comprender el circuito. Si se supone el comienzo en la arteria aorta, por este vaso circula la sangre oxigenada hacia las demás arterias.

Circulación coronaria

El músculo cardíaco, como todo tejido del organismo, recibe sangre rica en oxígeno y nutrientes a través de un complejo sistema denominado **circulación coronaria**. De la aorta se ramifican dos pequeños vasos: las **arterias coronarias** derecha e izquierda. Cada arteria se ramifica y termina en numerosos capilares responsables de suministrar sangre a un área del corazón. La **arteria coronaria derecha** irriga la mayor parte del lado derecho del corazón y la **arteria coronaria izquierda** suministra sangre al sector izquierdo. A nivel de los capilares se realiza el intercambio de nutrientes con las células del miocardio. El dióxido de carbono y otros desechos circulan por las vénulas que se reúnen en las venas coronarias que, a su vez, vierten la sangre en la aurícula derecha.

Vasos coronarios


ACTIVIDADES


1. Lean el texto de esta página y de la siguiente.
2. Identifiquen en la ilustración los vasos sanguíneos mencionados en los textos.

3. Señalen el recorrido de la sangre por el circuito arterial y el venoso.

Un ventrículo imaginario

La propulsión de la sangre por las venas es producida por numerosos procesos que forman una bomba distribuida en todo el cuerpo.
El primer impulso es provocado por la contracción de las vénulas. Sin embargo, la contracción de los músculos del cuerpo constituye el principal impulso de la sangre hacia el corazón. La contracción muscular comprime las venas y produce el movimiento de la sangre de su interior. La presencia de las válvulas venosas dirige el sentido de la circulación en dirección al corazón. Además, durante la inspiración, la presión en la cavidad torácica desciende y se vuelve "negativa", es decir, inferior a la presión atmosférica y a la de la sangre venosa. Este fenómeno influye sobre las venas del tórax y entonces ingresa con mayor presión la sangre que proviene de las venas, desde el resto del cuerpo se transmite a las venas del tórax, en consecuencia, la sangre proveniente de otras venas ingresa al corazón con mayor presión sanguínea.

La circulación de la sangre oxigenada por las arterias y capilares de todo el organismo es provocada por la sístole del ventrículo izquierdo. La contracción ventricular provoca la circulación de la sangre por la arteria **aorta**, vaso que origina todas las demás arterias del cuerpo. Dos **arterias coronarias** se originan en su comienzo e irrigan las paredes del corazón.

En su comienzo, la aorta forma un arco denominado **cayado de la aorta**. De éste se desprenden arterias que irrigan la parte superior del cuerpo.

Las **arterias subclavias** irrigan los miembros superiores y por las **arterias carótidas** circula la sangre hacia el cuello y la cabeza.

De la porción de aorta situada en el tórax se desprenden las arterias que irrigan las paredes del tórax, del abdomen y parte de los pulmones.

El sector de la aorta por debajo del diafragma se denomina **aorta abdominal**. Este vaso se ramifica en arterias que irrigan el sistema digestivo, los riñones, los órganos sexuales y la pared posterior del abdomen.

A la altura de la cadera, la aorta está dividida en dos vasos de menor diámetro, las **arterias ilíacas**, que se ramifican en cada extremidad inferior.

Las venas pueden encontrarse cerca de la superficie o a un nivel más profundo. En general, las venas profundas están localizadas al lado de las arterias y tienen el mismo nombre que la arteria cercana. En cambio, las venas superficiales no se encuentran acompañadas de arterias y forman una red abundante en las extremidades.

La sangre carboxigenada circula por los capilares sanguíneos desde la cabeza hacia dos grandes **venas yugulares**, las que se unen con las dos **venas subclavias** procedentes de los miembros superiores. La unión de las venas yugulares con las venas subclavias derecha e izquierda forman dos grandes vasos que se unen y conforman la **vena cava superior**, que desemboca en la aurícula derecha del corazón. Las **venas coronarias** que provienen del corazón también se conectan con esta aurícula.

En la aurícula derecha desemboca la **vena cava inferior**, por la que circula sangre procedente de la porción inferior del cuerpo. Esta vena resulta de la unión de las dos **venas ilíacas** que reciben la sangre de los miembros inferiores.

La sangre venosa de la parte media del cuerpo circula hacia la vena cava inferior a través de venas que provienen del hígado, los riñones, los órganos sexuales y la pared abdominal.

El sistema linfático

En el organismo hay otro sistema de circulación complementario del cardiovascular, el **sistema linfático**. Este sistema está constituido por una red de vasos, capilares y ganglios linfáticos. El **timo** y el **bazo** son dos órganos también relacionados con esas estructuras linfáticas.

A diferencia del circuito sanguíneo, los vasos y capilares linfáticos tienen uno de sus extremos cerrados y se distribuyen en el organismo como las ramificaciones de un árbol. Las ramas más pequeñas son los **capilares linfáticos** y sus terminaciones cerradas están en contacto con el fluido que rodea las células. El exceso de este líquido extracelular ingresa en los capilares linfáticos y conforma la **linfa**, fluido que circula por el interior de estos vasos.

Los capilares linfáticos se reúnen en vasos de mayor calibre, que desembocan en dos conductos de mayor diámetro: el **conducto torácico** y el **conducto linfático**, que vierten su contenido en la vena cava superior.



1. Relean la página 53 para recordar qué ocurre con los nutrientes que provienen de las grasas.
2. Describan en un breve texto el recorrido de una molécula de triglicérido desde el intestino delgado hasta el corazón.

Los vasos y capilares linfáticos son similares a los sanguíneos y, como las venas, en su interior tienen válvulas que permiten la circulación de la linfa en un solo sentido. La linfa es impulsada a través de las contracciones de los propios vasos y por la presión externa ejercida por los músculos del cuerpo.

El líquido linfático circula desde los capilares hacia vasos de mayor diámetro, hasta llegar a dos conductos que desembocan en la vena cava superior. En consecuencia, por esta gran vena regresa a la sangre el exceso de fluido eliminado por los capilares y acumulado en el espacio intercelular.

Como se explicó en el Capítulo 2, las vellosidades intestinales contienen **capilares linfáticos** o **quilíferos** por donde penetran ácidos grasos y glicerol provenientes de la degradación de los lípidos. La linfa de estos capilares tiene aspecto lechoso y fluye por los vasos linfáticos hacia el conducto torácico. Finalmente, penetra en la circulación sanguínea y es distribuida por todo el cuerpo. Sin embargo, antes de que la linfa forme parte de la sangre, pasa por los **ganglios linfáticos**, estructuras presentes en el trayecto de los vasos de este sistema. Los ganglios linfáticos producen y concentran gran cantidad de células que eliminan de la linfa la mayor cantidad de bacterias, virus, células muertas y partículas extrañas.

Las amígdalas y el helado

Las **amígdalas** son dos masas de tejido con numerosos linfocitos, situadas en la parte posterior de la boca por arriba de la faringe. Eliminan bacterias, virus y otros microorganismos que ingresan al organismo por la boca. Cuando las amígdalas se infectan, pueden inflamarse y causar **amigdalitis**. Si la infección es producida por bacterias, puede ser tratada con antibióticos específicos recetados por el médico. Pero, cuando la inflamación de las amígdalas es recurrente, el médico puede determinar su extirpación en forma quirúrgica.

Después de la cirugía, puede percibirse dolor en la zona afectada. Para aliviar este síntoma se recomienda la ingesta de líquidos fríos, helados o chupar cubitos de hielo.

Los capilares linfáticos no forman una red continua como los capilares sanguíneos porque uno de sus extremos está libre y cerrado. A través de sus paredes ingresa agua y otros materiales presentes en el medio extracelular.

Ganglios linfáticos: se encuentran distribuidos en el trayecto de los vasos linfáticos de todo el organismo. Sin embargo, la mayoría se concentra en las axilas, el cuello y las ingles.

Timo: se encuentra en la parte superior de la cavidad torácica por detrás del esternón. Durante la infancia y la niñez, produce gran cantidad de linfocitos. En la pubertad, disminuye su actividad y finalmente se atrofia.

Bazo: es un órgano situado en la parte superior izquierda de la cavidad abdominal por debajo del diafragma. Entre sus actividades, produce linfocitos y destruye los componentes celulares de la sangre.

La **linfa** que circula por el lado derecho del cuerpo es recogida por el **conducto linfático derecho**. En cambio, el líquido linfático que fluye por el lado izquierdo del cuerpo, junto con la linfa proveniente del intestino, es drenado al **conducto torácico**. Ambos conductos conectan con venas que desembocan en la **vena cava superior**.

CON-FORMACIÓN CIENTÍFICA

Gigantes detrás de la circulación sanguínea

SOMOS COMO ENANOS SENTADOS EN LOS HOMBROS DE LOS GIGANTES. VEMOS MÁS COSAS QUE LOS ANTIGUOS, Y COSAS MÁS DISTANTES, PERO ESTO NO SE DEBE A LA AGUDEZA DE NUESTRA VISIÓN NI A LA GRANDEZA DE NUESTRO ESTADO, SINO A QUE ELLOS NOS PRESTARON LO QUE POSEÍAN. (BERNARD DE CHARTRES)

La metáfora que De Chartres elaboró en el siglo XII revela la importancia que posee la historia del conocimiento en la construcción de nuevas teorías y modelos científicos.

En ciencias se interpreta y explica sobre la base de ideas preexistentes. Por eso, para comprender las teorías actuales es fundamental conocer a los *gigantes* que pensaron las ideas precursoras. Los *enanos* que hoy generan teorías científicas, mañana serán *gigantes*.

Sobre la circulación sanguínea, muchos y variados han sido los modelos ideados y transformados por las sucesivas generaciones de investigadores de distintas épocas.

Los conocimientos actuales sobre el sistema circulatorio son producto de enfrentamientos, avances y retrocesos conceptuales y experimentales a lo largo de la historia. El camino recorrido por los *gigantes* contribuyó a la formación del conocimiento científico actual de la fisiología cardiovascular moderna.

Primer gigante: Erasístrato de Ceos (304-250 a.C.)

En el siglo III a.C., en Alejandría se destacó Erasístrato de Ceos por sus trabajos sobre el funcionamiento del sistema cardiovascular. Sus obras se perdieron cuando en el año 391 un grupo cristiano saqueó y quemó la biblioteca y el museo de Alejandría y convirtió los restos en una iglesia. Sus ideas se conocen por Galeno, quien escribió dos libros con ideas opuestas a las de Erasístrato.

El pensador griego creía que por el cuerpo circulaban tres fluidos: la *sangre*, el *pneuma* o *espíritu vital* y el *espíritu animal*.

La *sangre* es el producto de la transformación de los alimentos en el hígado que fluye por las venas hacia todo el cuerpo, impulsada por el ventrículo derecho del corazón.

El *pneuma* es un gas del ambiente, que entra por los pulmones e ingresa en el ventrículo izquierdo del corazón. Allí el pneuma se transforma en espíritu vital.

El *espíritu vital* circula por todo el organismo a través de las arterias y, al llegar al cerebro, se transforma en *espíritu animal*, que se propaga por lo nervios y provoca los movimientos del cuerpo.

Para algunos historiadores, Erasístrato estuvo a punto de descubrir la circulación sanguínea, hecho que no ocurrió hasta 1628.

Segundo gigante: Claudio Galeno (130-200)

Galeno fue el médico más famoso de su época y sus obras dominaron la historia de la medicina hasta el siglo XVI. Nació en la ciudad griega de Pérgamo, tres años después de haber sido conquistada por los romanos. Después de finalizar sus estudios en Medicina, fue contratado como el cirujano de los gladiadores en esa ciudad. Pero pasó la mayor parte de su vida en Roma, donde tuvo gran éxito como investigador y médico.

Sus obras son las más grandes de toda la historia de la ciencia. Hoy se conocen 22 gruesos volúmenes, que solo conforman la tercera parte de su obra total; el resto se perdió. Sus escritos se caracterizan por ciertos aspectos comunes: primero identifica a quien tiene ideas opuestas a las suyas; sintetiza la opinión que destruirá; acusa a su adversario de débil mental, ignorante o estúpido e, invocando a Hipócrates, detalla su verdad acerca de esas ideas.

Uno de esos adversarios fue Erasístrato. Sin embargo, acordó en algunas de sus opiniones.

En oposición a Erasístrato, Galeno creía que por las arterias circula sangre. Sin embargo, en acuerdo, propuso que la sangre se genera en el hígado, a partir de los alimentos.

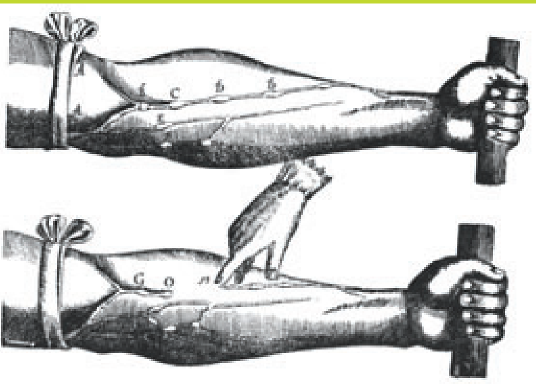
Galeno pensó que parte de la *sangre* elaborada en el hígado pasa del lado derecho al lado izquierdo del corazón a través de poros del tabique interventricular, y allí se mezcla con el *espíritu vital*.

Imaginó dos circuitos: uno venoso que transporta *sangre* nutritiva proveniente del hígado a todo el cuerpo; y un circuito arterial que distribuye sangre mezclada con el *espíritu vital* hacia todo el organismo.

También, consideró al corazón como el órgano generador del calor corporal.

Como muchos otros investigadores, Galeno sostuvo que la sangre fluye hacia cualquier sector del organismo y vuelve por los mismos vasos pero en sentido contrario, como un movimiento de ida y vuelta similar a las mareas.





Tres gigantes y una misma idea

El médico inglés William Harvey (1578-1657) revolucionó la ciencia del siglo XVII al contradecir los textos de Galeno en su libro *De motu cordis* (*Sobre los movimientos del corazón y de la sangre*, 1628).

Para cuando Harvey propuso su modelo de circulación sanguínea, tanto Miguel Servet (1511-1551) como Realdo Colombo (1516-1559) habían descubierto que la sangre pasa de uno a otro ventrículo, haciéndolo primero por los pulmones.

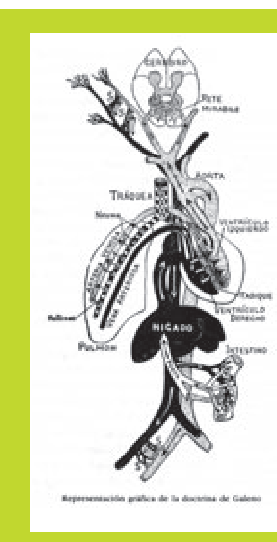
Harvey conocía el libro de Colombo (escrito en 1559); de hecho lo menciona en reiteradas ocasiones en su propia obra.

Sin embargo, se desconoce si Colombo leyó los escritos del médico y teólogo Servet, porque fue quemado vivo en 1553 junto con sus obras, por orden de Juan Calvino.

Harvey describió la estructura y actividad del corazón; y también la circulación mayor y menor de la sangre, como hoy se conoce. Propuso que la sangre recorre un circuito cerrado dentro de los vasos sanguíneos, provocado por las contracciones del corazón.

En este momento se desconocían los capilares sanguíneos, por eso sostuvo que las arterias y las venas estarían conectadas.

A través de ingeniosos experimentos comprobó que la sangre circula por las arterias desde el corazón hacia los tejidos, y que la vuelta a este órgano se produce por las venas.





1. Elaboren una tabla en la que describan los aportes de cada uno de los gigantes sobre la circulación sanguínea.
2. Ubiquen el momento histórico en el que hicieron sus aportes en una línea de tiempo.
3. Observen el modelo de sistema circulatorio de Galeno y establezcan similitudes y diferencias con el representado en las páginas desplegables.
4. Busquen información sobre los experimentos que realizó Harvey en las venas de un brazo con torniquete.



Si se somete una muestra de sangre a un proceso de centrifugación, previo agregado de anticoagulante, el plasma se separa de los componentes celulares sanguíneos.

Estructura y dinámica sanguínea

La **sangre** es un tejido líquido porque está compuesto por células, derivados de éstas y abundante cantidad de una sustancia intercelular líquida, el **plasma**. El plasma representa el 55% de la sangre de la muestra y los componentes celulares equivalen al 45%.

Los componentes celulares incluyen:

- **glóbulos rojos** o **eritrocitos**: transportan oxígeno y dióxido de carbono;
- **glóbulos blancos** o **leucocitos**: participan en el sistema de defensa del organismo; y
- **plaquetas**: intervienen en la formación de coágulos sanguíneos.

GLÓBULOS ROJOS O ERITROCITOS

Los **glóbulos rojos** transportan casi el total de los gases que circulan por la sangre. Del 45% de los componentes celulares de la sangre, los eritrocitos constituyen el 99%.

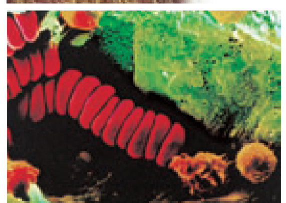
Por cada mm^3 de sangre hay unos 5 400 000 eritrocitos en el hombre y 4 700 000 en la mujer, aproximadamente.

Los glóbulos rojos son muy pequeños; miden alrededor de 7 µm de diámetro. Debido a sus dimensiones, por los capilares sanguíneos circulan en fila, uno detrás del otro.

Cada eritrocito tiene forma de disco, con una depresión central en ambas caras. Esta forma de disco bicóncavo proporciona una mayor superficie y, por lo tanto, le permite captar un 30% más de oxígeno en relación con una célula esférica del mismo volumen.

Durante su formación, los eritrocitos maduros pierden su núcleo. La tercera parte de su contenido celular está formado por millones de moléculas de una proteína compleja que contiene hierro y le confiere su color característico, la **hemoglobina**.

Cuando los glóbulos rojos circulan por los capilares sanguíneos de los pulmones, las moléculas de oxígeno que difunden desde los alvéolos se unen a la hemoglobina. Esta proteína los transporta y libera en los tejidos.



La forma de los eritrocitos permite que se curven y se plieguen. De esta manera pueden desplazarse por los capilares sanguíneos de 5 µm de diámetro.

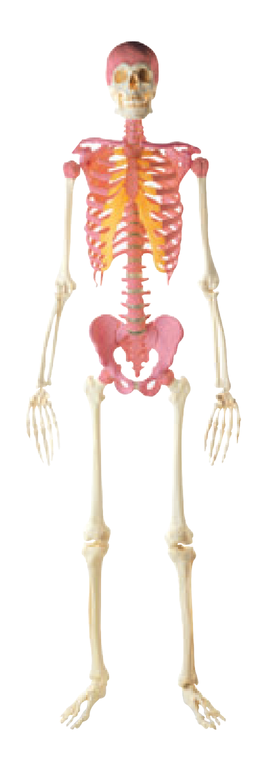
PLASMA

El plasma está compuesto por un 90% de agua. El 10% restante lo constituyen otros materiales, como gases, nutrientes, sales, hormonas, proteínas plasmáticas y desechos celulares.

Las proteínas del plasma son muy importantes porque intervienen en varios procesos. Las **globulinas** contribuyen al transporte de ciertos nutrientes e intervienen en el sistema de defensa del organismo. El **fibrinógeno** interviene en la coagulación de la sangre. La **albúmina** retiene el agua, evitando su pérdida a través de los capilares sanguíneos.

Los glóbulos rojos, plaquetas y algunos glóbulos blancos se producen en la **médula ósea**, tejido del interior de ciertos huesos. Estos componentes celulares son destruidos en el **bazo**, órgano situado en la parte izquierda de la cavidad abdominal, por debajo del diafragma. También en otros tejidos especiales de ciertos órganos, como el **hígado**.

Como el ritmo de producción está en equilibrio con el de destrucción, normalmente se mantiene constante el número de los componentes celulares. Así por ejemplo, cada segundo son destruidos 2 millones de eritrocitos y, a su vez, la misma cantidad es producida en la médula ósea.



En este esqueleto, el coloreado representa los principales huesos productores de glóbulos y plaquetas

Las membranas plasmáticas de los glóbulos rojos pueden contener ciertas sustancias llamadas **antígenos**, como el **A**, el **B** y el **factor Rh**. Éstos permiten clasificar la sangre de los humanos en distintos grupos.

En el plasma sanguíneo hay **anticuerpos**, sustancias que reaccionan contra determinados antígenos. Una persona con grupo sanguíneo O Rh positivo, no presenta antígenos A y B y contiene antígenos Rh en sus glóbulos rojos.

La clasificación y la identificación de los distintos grupos sanguíneos en el laboratorio permiten realizar transfusiones compatibles. Una persona siempre puede ser transfundida con sangre de su mismo tipo. En caso contrario, pueden producirse reacciones adversas. Por ejemplo, si una persona del grupo A recibe sangre del tipo B, los anticuerpos anti-B del receptor provocan la agrupación y destrucción de los eritrocitos del donante (que poseen antígeno B).

Cuando una persona del grupo O dona sangre a un receptor del grupo A, los anticuerpos del plasma del receptor no tienen efecto porque los eritrocitos del donante no tienen antígenos.

Si, en cambio, el donador tiene en su plasma anticuerpos anti-A, éstos no causan la aglutinación de los eritrocitos del receptor porque el plasma del primero se diluye completamente en la sangre del segundo. Ante una transfusión, alrededor de 0,5 litros de sangre donada es diluida gota a gota en los 5 litros de sangre del receptor.

La misma explicación es válida para la donación de sangre O a los demás tipos sanguíneos, o la administración de cualquier tipo sanguíneo a las personas del tipo AB.

Grupo y factor sanguíneo	Porcentaje aproximado de la población mundial	Antígeno de los glóbulos rojos	Anticuerpos del plasma
O	45%	Ausentes	Anti-A y Anti-B
A	41%	A	Anti B
B	10%	B	Anti A
AB	4%	A y B	Ausentes
Rh +	85%	Rh	Ausentes
Rh -	15%	Ausentes	Si hubo sensibilización está presente el Anti Rh.

Un individuo del grupo A posee anticuerpos anti B en su plasma; los del grupo B, poseen anti A; los del grupo AB no desarrollan anticuerpos y los del tipo O tienen anti A y anti B.
Las personas Rh positivo no tienen anticuerpos para ese factor en el plasma; y los del tipo Rh negativo poseen anti Rh.

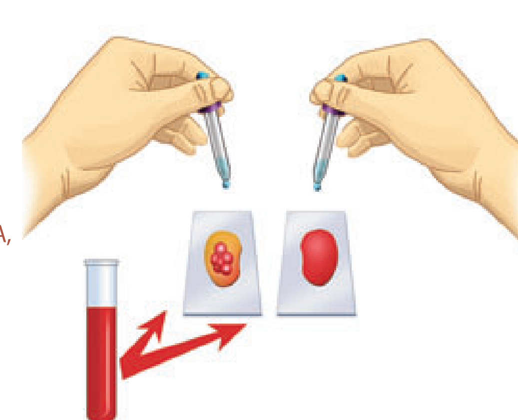
Anemia

Se llama **anemia** a un grupo de desequilibrios caracterizados por la disminución de la cantidad de hemoglobina. Existen distintos tipos de anemia provocadas por diversas causas, como carencias nutricionales, disminución de glóbulos rojos o fallas en su producción, pérdidas de sangre, aumento en la destrucción de eritrocitos, etcétera. La anemia más común se debe a una deficiencia del hierro, componente principal de la hemoglobina.
También existe un tipo de anemia hereditaria en la que los eritrocitos adquieren forma semilunar, la **anemia falciforme**. Estos glóbulos circulan con dificultad y pueden provocar obstrucciones en el flujo sanguíneo. De esta forma, provocan dolores agudos en la zona que carece de irrigación sanguínea. A su vez, son destruidos más fácilmente y por lo tanto, disminuye la cantidad de hemoglobina disponible para el transporte de oxígeno.



Tipificación de la sangre

La tipificación de la sangre constituye un método de laboratorio para determinar el grupo sanguíneo de una persona. Esta es una de las pruebas indispensables antes de realizar una transfusión sanguínea.
En el ejemplo se vierten dos gotas de sangre cuyo grupo se quiere determinar en dos portaobjetos. En uno se añade plasma anti B y en el otro plasma anti A. Si se produce aglutinación en la muestra con plasma anti A, la sangre pertenece al grupo A.



GLÓBULOS BLANCOS O LEUCOCITOS

Los **glóbulos blancos** representan menos del 1% de los componentes celulares de la sangre. En promedio, por cada 1000 glóbulos rojos hay 1 o 2 leucocitos. Son las únicas células de la sangre, ya que presentan núcleo. Son prácticamente incoloras y más grandes que los glóbulos rojos. Se clasifican en distintos tipos según su tamaño, función, forma del núcleo y el color que adquieren cuando se los tiñe para observarlos a través del microscopio.

Intervienen en la defensa del organismo contra microorganismos, virus, células cancerosas y partículas extrañas. Algunos leucocitos emiten prolongaciones citoplasmáticas o **pseudópodos** y abandonan los vasos sanguíneos para penetrar en los espacios intercelulares.

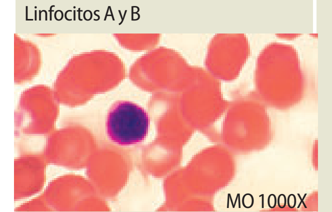
En un análisis de sangre o **hemograma**, es importante conocer no solo la concentración de leucocitos, sino también el porcentaje de cada tipo. El análisis de estos porcentajes se denomina **fórmula leucocitaria relativa**.

Fórmula leucocitaria relativa
De cada 100 leucocitos de una persona, alrededor de 55 podrían ser neutrófilos; 3 eosinófilos; 7 monocitos y 35 linfocitos. En cuanto a los basófilos, en este ejemplo deberían contarse 200 leucocitos para encontrar un basófilo.

Grupo	Leucocitos	Valores normales
Granulocitos	Neutrófilos	55-70%
	Eosinófilos	1-4%
	Basófilos	0-1%
Agranulocitos	Linfocitos	20-40%
	Monocitos	4-8%

Sangre blanca

Se llama **leucemia** a un grupo de enfermedades que se caracteriza por la presencia de grandes cantidades de glóbulos blancos inmaduros en la sangre y en otros órganos del cuerpo. Este fenómeno se debe a que las células de la médula ósea se alteran y comienzan a multiplicarse rápidamente. La multiplicación excesiva de estas células impide que los leucocitos maduren y realicen sus actividades. Así, los glóbulos blancos normales se vuelven escasos y los leucocitos inmaduros proliferan en la sangre. Por eso la sangre puede volverse de color blanquecino.
Además, las células malignas reemplazan las células normales de la médula ósea y, por consiguiente, se reduce la cantidad de glóbulos rojos y plaquetas circulantes.

Leucocitos	Actividades en las que intervienen
Neutrófilos y monocitos MO 1000X	Migran a los espacios intercelulares, fagocitan bacterias, restos de células muertas y otras partículas extrañas, y las destruyen mediante enzimas específicas. Cuando los monocitos dejan los capilares sanguíneos se transforman en **macrófagos** y cada uno puede destruir alrededor de 100 bacterias. El **pus** está constituido principalmente por restos de estos leucocitos. Los neutrófilos intervienen principalmente en infecciones agudas y los monocitos en infecciones crónicas.
Eosinófilos 	Participan en las infecciones producidas por parásitos y disminuyen la intensidad de los procesos alérgicos.
Basófilos 	Liberan sustancias anticoagulantes e intervienen en los procesos inflamatorios.
Linfocitos A y B 	Producen proteínas llamadas **anticuerpos** que reaccionan contra los agentes extraños que ingresan en el organismo. Se producen en la médula ósea, los ganglios linfáticos, el bazo y el timo. Son las células claves del **sistema inmunológico** o de defensa. Los **linfocitos T** destruyen células extrañas como las cancerosas y ciertas bacterias y virus. Los del tipo B son los principales productores de anticuerpos contra las infecciones bacterianas.

PLAQUETAS Las **plaquetas** son pequeños fragmentos de células de 3 μm de diámetro. Son producidas por células especiales los **megacariocitos**, que están en la médula ósea de algunos huesos. Estos fragmentos celulares intervienen en la **hemostasia**, es decir, en la detención de la pérdida de sangre cuando se lesionan vasos sanguíneos.

Existen **métodos hemostáticos artificiales** de aplicación externa, como la compresión en el lugar dañado o las ligaduras, usados en procedimientos de emergencia y quirúrgicos. Sin embargo, habitualmente en el organismo se produce una serie de complejos procesos hemostáticos que detienen la pérdida de sangre o **hemorragia**.

Cuando se lesiona un pequeño vaso sanguíneo se produce la **vasoconstricción** del mismo. Luego, las plaquetas circulantes de la sangre se adhieren a la superficie irregular de la lesión del endotelio del vaso sanguíneo y forman un tapón de plaquetas. Si la lesión no es muy grande, el tapón la cierra completamente.

Cuando el daño producido es mayor, se inicia un tercer proceso: la **coagulación sanguínea**. El resultado de este proceso es un tapón o **coágulo** que impide la pérdida de sangre, así como la entrada de microorganismos invasores.

El proceso de coagulación de la sangre incluye a las plaquetas y una cadena de reacciones químicas en las que intervienen alrededor de 15 sustancias diferentes que contiene la sangre.

El proceso se inicia cuando una enzima que circula inactiva por el plasma sanguíneo, la **protrombina**, se hace activa transformándose en **trombina**. Esta última enzima transforma el **fibrinógeno** disuelto en el plasma, en hebras o filamentos de **fibrina**.

Las moléculas de fibrina forman una *tela de araña* que se adhiere a los extremos de la herida. Se forma entonces una red de fibras donde quedan atrapados glóbulos rojos, leucocitos, plaquetas y otros componentes sanguíneos. Así, el coágulo formado aumenta su tamaño y densidad.

Por último, se elimina la porción de líquido contenida en el coágulo. Ésta retracción del coágulo aumenta su densidad y resistencia y hace que se acerquen los bordes de la herida para su cicatrización. Así, cuando la parte visible del coágulo sanguíneo se seca sobre la piel, se forma una *cascarita* o **costra**.

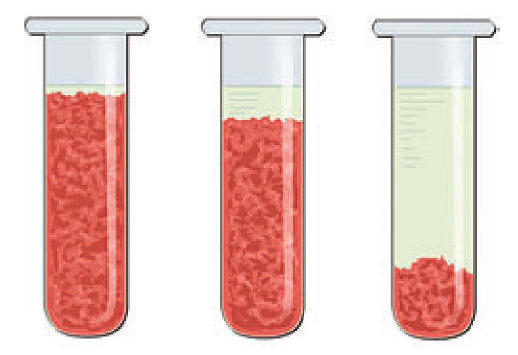
CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Los glóbulos rojos funcionan activamente durante 90 a 120 días. En cambio, algunos leucocitos y las plaquetas viven una semana aproximadamente.
Un 1 mm^3 de sangre puede contener 5 millones de eritrocitos; 7 mil leucocitos; y 300 mil plaquetas.

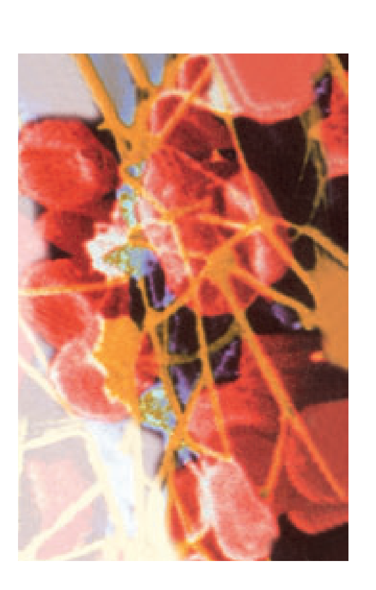
Si se pudieran extender las membranas plasmáticas de todos los glóbulos rojos de un organismo adulto, se podría "alfombrar" media cancha de fútbol (3600m^2).



1. Busquen los resultados de un análisis de sangre.
2. Observen los valores normales de los componentes sanguíneos.
3. Comparen esos datos con la información de estas páginas.
4. Elaboren un cuadro para comparar la forma, las dimensiones y las actividades en las que intervienen los glóbulos rojos, los blancos y las plaquetas.
5. Describan en un texto breve el recorrido de un glóbulo rojo desde que se origina en la médula ósea hasta que llega por primera vez al pulmón.



Si se vierte sangre en un tubo de ensayo, al cabo de 10 minutos se observa la formación de un coágulo sanguíneo. Después, se observa la disminución del tamaño del coágulo (**retracción**). El líquido que se elimina del coágulo es similar al plasma, pero sin fibrinógeno y recibe el nombre de **suero sanguíneo**.



Cuando se observa un coágulo sanguíneo a través de un MEB, se pueden distinguir los filamentos de fibrina agrupando glóbulos rojos.

Intercambio de nutrientes y desechos en los tejidos

La cantidad de sangre que expulsa cada ventrículo del corazón en un minuto es de aproximadamente 5 litros. Sin embargo, durante el ejercicio intenso puede aumentar 5 o 6 veces. El volumen de sangre que recorre el organismo abastece de nutrientes a todas las células y recoge los desechos de su actividad.

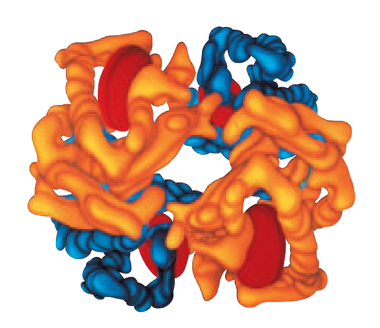
El **intercambio de nutrientes y de desechos** se realiza a nivel de los capilares sanguíneos con el líquido que rodea a las células, llamado **líquido intersticial**.

La presión de la sangre en las arteriolas es alta y disminuye a medida que la sangre recorre los capilares sanguíneos. Esta presión provoca la salida del agua del interior de los capilares al líquido intersticial, junto con los nutrientes. No obstante, las proteínas plasmáticas no atraviesan los capilares.

Por otra parte, las concentraciones de oxígeno y otros nutrientes son bajas en el líquido que rodea las células. Entonces, los nutrientes se difunden al líquido intersticial.

El dióxido de carbono y otros desechos, en cambio, se hallan en concentraciones mayores en este líquido intersticial y difunden hacia la sangre de los capilares. A medida que en la sangre se debilita la fuerza impulsora del corazón, la presión sanguínea es menor y la concentración de proteínas como la albúmina está aumentada. Entonces, el agua del líquido intersticial regresa por ósmosis a los capilares, junto con otras sustancias.

En síntesis, cada célula del organismo incorpora nutrientes del líquido intersticial y libera desechos hacia él. La composición del líquido intersticial también es producto del intercambio realizado entre éste y la sangre de los capilares sanguíneos.



Modelo de la estructura cuaternaria de la Hemoglobina



En el intercambio y transporte del oxígeno y del dióxido de carbono, interviene la **hemoglobina** de los glóbulos rojos.

La hemoglobina es una proteína de gran peso molecular, formada por cuatro subunidades. Cada una de ellas está compuesta por un polipéptido y un conjunto de átomos que contiene un ión hierro, llamado **grupo hemo**. En síntesis, cada molécula de hemoglobina está constituida por cuatro polipéptidos, cada uno con su grupo hemo. Los polipéptidos se denominan en conjunto **globina**.

El hierro de cada grupo hemo puede combinarse en forma débil y reversible con una molécula de oxígeno. Cuando se combina el primer grupo hemo con una molécula de O_2, se incrementa la afinidad del segundo grupo hemo por el oxígeno y así sucesivamente.

El 97% del oxígeno que proviene del aire de los alvéolos pulmonares se une a la hemoglobina de los eritrocitos y se forma **oxihemoglobina**. El resto del oxígeno es transportado disuelto en el plasma sanguíneo.

Una pequeña fracción del dióxido de carbono procedente de los tejidos, también es transportada por la hemoglobina (5-30%) o disuelta en el plasma (10%). La mayor parte del dióxido de carbono ingresa en los eritrocitos e interviene en una serie de reacciones químicas que lo convierten en otros compuestos, los cuales difunden inmediatamente al plasma sanguíneo. En los pulmones, estas reacciones químicas se revierten y el dióxido de carbono es liberado.





1. Modelicen con botones, bolitas de plastina o clips la reacción en la que se produce la oxihemoglobina.
2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización anterior?

Homeostasis en la circulación de nutrientes

La circulación del oxígeno y los demás nutrientes depende de la constancia de ciertas condiciones en el sistema cardiovascular, como conservar una presión sanguínea adecuada, modificar el ritmo cardíaco según las demandas de nutrientes, distribuir nutrientes en forma selectiva a determinados órganos del cuerpo, mantener el número constante de eritrocitos, etcétera.

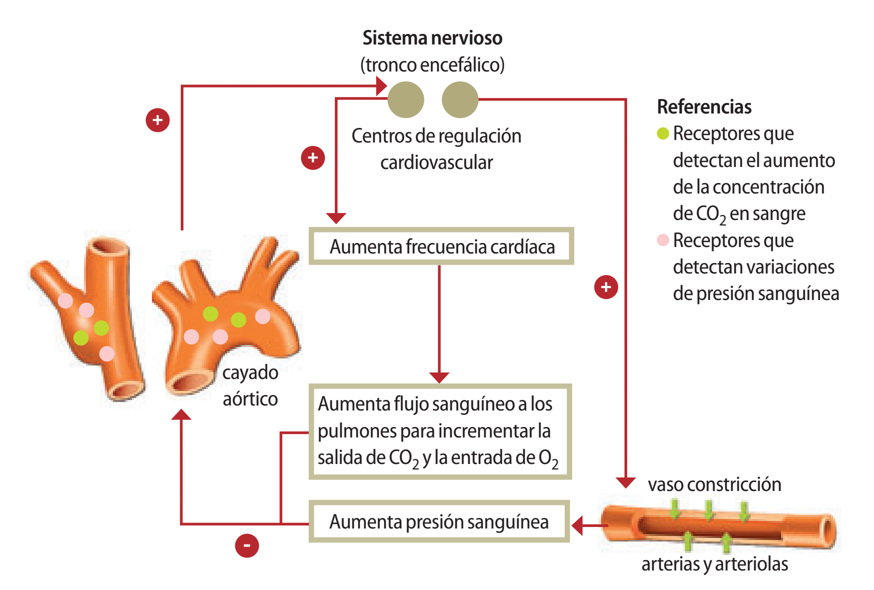
El equilibrio de la actividad del corazón y de los vasos sanguíneos depende de la acción reguladora del sistema nervioso y de algunas hormonas y otras sustancias. Esta regulación permite aumentar o disminuir la frecuencia cardíaca; y también adecuar el diámetro de los vasos sanguíneos, en especial el de las arteriolas, para regular la presión sanguínea y, en ciertas ocasiones, derivar sangre a determinados órganos.

En el cayado de la aorta y en las arterias carótidas hay receptores de estiramiento o **presorreceptores** que funcionan como resortes que registran la distensión de esos vasos y por lo tanto, los cambios en la presión sanguínea. En estos lugares, también hay **quimiorreceptores** que controlan la concentración del dióxido de carbono y oxígeno en la sangre. La excitación de dichos receptores genera señales captadas por centros nerviosos de regulación cardiovascular ubicados en el tronco encefálico, una parte del sistema nervioso central. Un centro regula la frecuencia cardíaca y el otro controla el diámetro de los vasos sanguíneos.

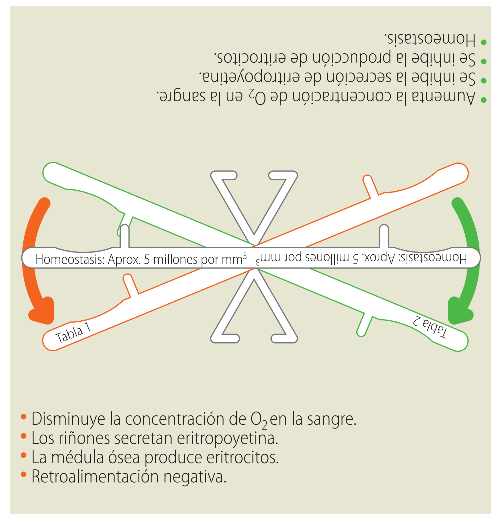
En la sangre, el número de eritrocitos se mantiene constante por un proceso de **retroalimentación negativa**. La concentración de oxígeno en la sangre puede disminuir por una hemorragia o en altitudes elevadas donde es menor la disponibilidad de oxígeno. En consecuencia, los riñones producen una hormona, la **eritropoyetina**, que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea. Cuando se reestablece la concentración de oxígeno, se inhibe la hormona eritropoyetina y, por lo tanto, disminuye la producción de glóbulos rojos.

El desmayo: mecanismo homeostático

Cuando un individuo acostado se incorpora bruscamente o está mucho tiempo de pie, se origina momentáneamente una reducción del flujo de sangre en el cerebro. En esta situación puede producirse un **desmayo**. La persona se marea y desvanece o pierde el conocimiento.
El desmayo constituye un mecanismo homeostático que disminuye el daño de las células cerebrales. Por eso, mantener de pie o sentada a una persona desmayada puede interferir en su recuperación. En estas circunstancias, la medida adecuada consiste en acostar a la persona y elevar sus piernas, para reestablecer el flujo sanguíneo en la región cefálica.



Cuando aumenta la concentración de dióxido de carbono en la sangre y disminuye la presión sanguínea, los receptores envían señales a los centros nerviosos. En consecuencia, un centro nervioso envía impulsos que aumentan la frecuencia cardíaca (**taquicardia**). Otro centro nervioso origina la **vasoconstricción** de las arterias y arteriolas. De esta forma se reestablece la presión sanguínea.



Este sube y baja representa el proceso de retroalimentación negativa que regula la cantidad de eritrocitos en la sangre. Para comprenderlo, primero observen la situación de la Tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la Tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

Desequilibrios en la circulación de los nutrientes

HIPERTENSIÓN Y ARTERIOESCLEROSIS

La reducción del diámetro de las arteriolas puede provocar **hipertensión**, es decir, aumento de la presión sanguínea en forma constante. Los factores hereditarios, el estrés, la ingesta excesiva de sal en la dieta y la obesidad son las principales causas de esta alteración del sistema cardiovascular.

La hipertensión somete al corazón a un gran esfuerzo, debido a la resistencia que ofrece la circulación de la sangre al atravesar vasos con el diámetro reducido.

La hipertensión también contribuye al endurecimiento de las paredes de las arterias, o **arterioesclerosis**. En especial, cuando las arterias coronarias pierden su elasticidad, se reduce el flujo sanguíneo al miocardio y se puede originar un dolor agudo en el tórax, conocido como **angina de pecho**. Asimismo, estas dos disfunciones pueden provocar eventualmente la ruptura de una arteria. Si se rompe una arteria del cerebro se produce un **accidente cerebro vascular** (**ACV**) y con éste la pérdida de la actividad cerebral en la zona afectada, por la falta de oxígeno y nutrientes.

ATEROESCLEROSIS E INFARTO CARDÍACO

La **ateroesclerosis** implica el engrosamiento de las paredes arteriales debido a depósitos de colesterol, calcio y fibrina, que forman **placas de ateroma** en el interior de las arterias. La ateroesclerosis está íntimamente vinculada con la arterioesclerosis.

En ciertas ocasiones, una placa se puede desprender o romper y las plaquetas inician la formación de un coágulo. Éste puede formarse en el mismo lugar de la placa o puede migrar en forma de **émbolo** o **trombo**. Si un émbolo llega al cerebro puede provocar un ACV y originar un cuadro similar al producido cuando se rompe una arteria cerebral.

También, el trombo puede obstruir una arteria que irriga al corazón. La obstrucción parcial de una arteria coronaria puede causar un **infarto del miocardio**, es decir, la disfunción permanente del área que irriga esa arteria. Si el área dañada es pequeña, la persona puede recuperarse, pero la eficacia de la contracción cardíaca disminuye en forma permanente. En cambio, si la obstrucción de una arteria coronaria es total, puede producirse un **paro cardíaco** y en consecuencia, la muerte del individuo.

El tratamiento para estas disfunciones cardiovasculares incluye la administración de medicamentos que disminuyen la presión arterial, dilatan los vasos sanguíneos y reducen las concentraciones de colesterol. Los casos más graves de obstrucción coronaria, pueden requerir operaciones quirúrgicas, como la **angioplastia**, técnicas de **bypass cardíaco** y eventualmente, el **transplante de corazón**.

Estas enfermedades cardiovasculares pueden prevenirse con una dieta equilibrada pobre en sal y en grasas, ejercicio físico regular, evitar el consumo de cigarrillo y alcohol, entre otros.

SOPLO CARDÍACO

Los **soplos** son sonidos anormales de la actividad del corazón. Por ejemplo, cuando una válvula cardíaca se estrecha, el flujo sanguíneo al pasar por ésta produce torbellinos que generan ruidos que no corresponden a los ruidos normales *lub-DUP*.

Existen diferentes tipos de soplos: algunos son muy comunes en los primeros años de vida y desaparecen en la etapa adulta. Otros pueden ser provocados por anemias, infección de las válvulas cardíacas y son tratados con medicamentos para reestablecer el flujo sanguíneo normal. En cambio, si el soplo es causado por una falla en la estructura de las válvulas, puede ser recomendable la intervención quirúrgica para reemplazarlas por válvulas artificiales.



1. Busquen información sobre nuevos tratamientos y técnicas quirúrgicas para desequilibrios en la circulación de los nutrientes.
2. ¿Por qué la formación de várices puede considerarse como un desequilibrio en la circulación de los nutrientes? Busquen información sobre las causas y las consecuencias de esta afección y respondan la pregunta.
3. Lean el artículo de la página siguiente y elaboren una lista de las ventajas del tratamiento diseñado por el científico argentino sobre las prácticas cardiológicas vigentes.

LIDERÓ UN ESTUDIO DISTINGUIDO EN UN CONGRESO DE LA SOCIEDAD EUROPEA DE CARDIOLOGÍA REALIZADO EN SUECIA

Premian a un argentino que probó la eficacia de una técnica cardiológica

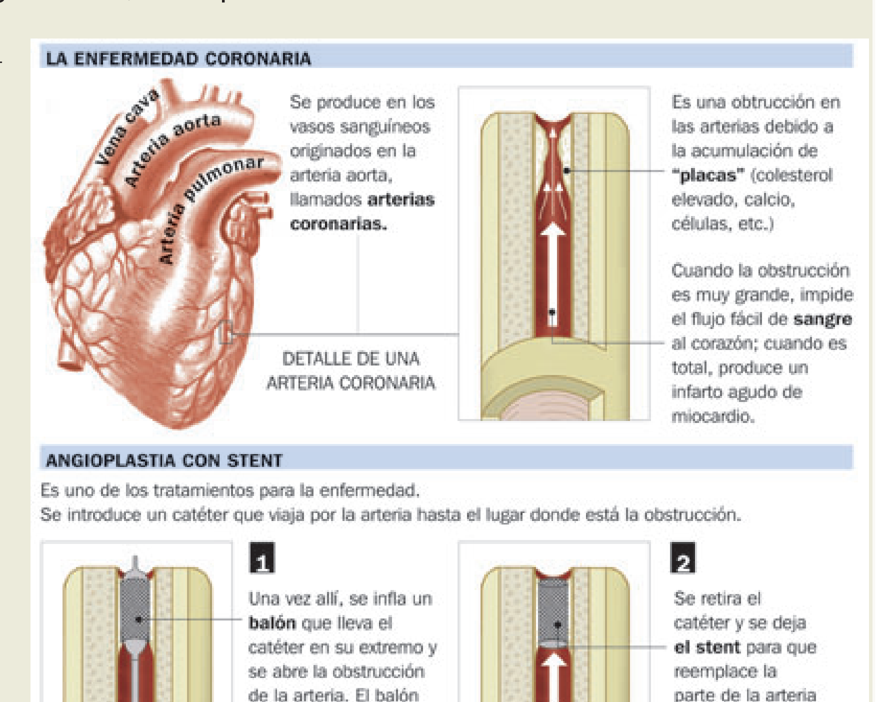
Es la angioplastia con stent y drogas vía oral, usada para desobstruir arterias coronarias.

Oscar Angel Spinelli

“Un estudio del cardiólogo argentino logró demostrar que un tratamiento de drogas por vía oral asociado a la angioplastia con stent **puede disminuir**, en ciertos pacientes, **el riesgo de un nuevo bloqueo de las arterias coronarias** en más de un 70%.

El investigador principal del estudio es el doctor Alfredo Rodríguez, director del Centro de Estudios de Cardiología Intervencionista (CECI). La investigación recibió el **Premio al Mejor Trabajo Libre de Cardiología Intervencionista** en el Congreso Anual de la Sociedad Europea de Cardiología.

Entre más de 20 000 especialistas de todo el mundo, el trabajo **realizado en la Argentina y monitoreado por varios centros de los Estados Unidos** superó diversas instancias de análisis hasta ser elegido como el más destacado en una de las ramas de la cardiología.



La angioplastia con stent es un tratamiento que se usa para desobstruir las arterias coronarias. Consiste en la introducción de un catéter que es llevado hasta la arteria del corazón “tapada”. En el extremo del catéter se inserta un balón, que al llegar a la obstrucción se “infla” para dilatar la arteria. Luego, se coloca en la zona afectada una malla metálica que sirve para mantener la arteria abierta.

Un procedimiento más avanzado que el anterior es el llamado “stent con droga”. En este caso, a la malla se le incorporan medicamentos para contrarrestar la posibilidad de una nueva obstrucción. El método aplicado por el doctor Rodríguez **es una variante** de este último, ya que la droga —en este caso, rapamicina— se medica por vía oral.

“Este tratamiento **no reemplaza al del stent con droga** —aclaró el doctor Rodríguez—. Y, aunque es un estudio reducido, demuestra que esta nueva estrategia puede ser una alternativa en aquellos pacientes **con arterias de mediano tamaño** y en los **no diabéticos**; también, para aquellos que **no pueden tomar drogas antiplaquetarias** o que presenten **obstrucciones coronarias de varias arterias**”.

En el trabajo se analizó la evolución de 100 pacientes con obstrucción coronaria y una edad promedio de 62 años. Se los dividió en dos grupos: uno recibió 6 mg de rapamicina por vía oral dos horas antes de la angioplastia, seguido de 3 mg/día durante 14 días. Otro grupo continuó con el tratamiento médico convencional.

De acuerdo con el estudio, al año de seguimiento solamente **el 12% de los pacientes del primer grupo registró un nuevo bloqueo de las arterias**, mientras que en el segundo grupo el índice de restenosis alcanzó al 42%.

Además de que el tratamiento combinado previene las nuevas intervenciones (habría menos posibilidades de que las arterias vuelvan a bloquearse) la rapamicina, “utilizada durante un corto tiempo en el estudio—aclaró el doctor Rodríguez—, demostró no producir efectos colaterales importantes”.

Circulación celular

En el interior de las células, los materiales circulan en variadas direcciones: a veces sin dejar el citoplasma; otras desde la membrana hacia el interior; y otras en sentido contrario.

Muchos materiales de estructura sencilla difunden por el citoplasma según su gradiente de concentración. Muchas macromoléculas, en cambio, son transportadas por organelas y estructuras específicas.

Así como en el Capítulo 1 se explicó el ingreso de los nutrientes en la célula y en el Capítulo 2 su transformación; en éste se explicará su circulación dentro del citoplasma y las vías de egreso desde el medio intracelular hacia el extracelular.

Vías de circulación celular

En una de las vías de síntesis, circulación y llegada a destino de las macromoléculas, participa el **sistema de endomembranas**. Dicha vía se inicia en el **retículo endoplasmático** (**RE**). Esa estructura celular está compuesta por una red de bolsas o cisternas aplanadas que se conectan entre sí mediante gran cantidad de conductos.

Si quieren recordar las características de los retículos endoplasmáticos y del aparato de Golgi, lean las páginas 31 y 68.

En el RE se pueden diferenciar dos porciones: el **retículo endoplasmático granular** o **rugoso** (**REG**) y el **retículo endoplasmático liso** o **agranular** (**REL**).

El REG se caracteriza por sus amplias cisternas, sobre cuyas membranas se adosan los ribosomas que le otorgan el aspecto granular, en la cara orientada al citoplasma. El REL, en cambio, se parece más a un sistema de tuberías y carece de ribosomas.

Los ribosomas asociados al REG no son siempre los mismos. Por el contrario, forman parte de una única población de ribosomas que pueden encontrarse tanto en el REG como libres en el citoplasma.

Los ribosomas se adhieren a las membranas del REG cuando comienza la **síntesis de proteínas** y se separan de ellas una vez que la proteína ha sido completamente ensamblada.

TRANSPORTE VESICULAR

A medida que el **ribosoma** elabora la proteína, ésta se abre paso a través de la membrana e ingresa a la luz del retículo. Algunas proteínas, debido a su composición química, quedan ancladas en la membrana, integrándose a ella. Otras son volcadas a la cavidad de la cisterna. A la mayoría de las proteínas se les añaden glúcidos de cadenas cortas (oligosacáridos) a medida que ingresan en el interior de la cisterna.

El REL está especializado en la **síntesis de lípidos**, como fosfolípidos y colesterol, que se construyen en sus membranas.

No todas las moléculas sintetizadas en el RE permanecen allí. Muchas de ellas inician un tránsito hacia otros destinos, dentro o fuera de la célula.

Las sustancias originadas en el RE se movilizan por la luz de los conductos y en **vesículas de transporte** que brotan de sus membranas. La brotación consiste en una elevación de la membrana, que se proyecta hasta formar una vesícula, la cual finalmente es liberada hacia el citoplasma. Las vesículas son "vehículos" que se desplazan por el citoplasma transportando materiales.



1. Elaboren un esquema conceptual para sistematiizar la información sobre las vías de circulación celular.

2. Describan el recorrido que realiza la insulina desde que es originada hasta su secreción.

3. Describan los procesos por los cuales las células reciclan su sistema de endomembranas.

TRANSPORTE POR EL APARATO DE GOLGI

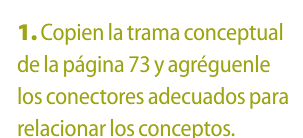
Las vesículas de transporte que brotan del RE migran hacia la siguiente "estación", el **aparato de Golgi**. Las cisternas que integran el aparato de Golgi tienen forma discoidal y se presentan apiladas unas sobre otras.

Las vesículas de transporte se fusionan con el aparato de Golgi y se producen dos transferencias simultáneas. Por un lado, el contenido de la vesícula se transfiere al interior de la cisterna. Por otra parte, la membrana de la vesícula se incorpora a la membrana de la cisterna. Ese "flujo de membrana" permite a la célula transportar nuevos componentes a las membranas existentes, o bien expandirlas. Otras veces, la vesícula sin contenido vuelve a brotar desde la cisterna receptora y regresa a su compartimiento de origen, fenómeno que recibe el nombre de **reciclaje de membrana**.

Los materiales que llegan al aparato de Golgi provenientes de RE recorren sus cisternas en forma secuencial, por medio de vesículas. A medida que lo hacen, son transformados químicamente.

El aparato de Golgi también sintetiza ciertos tipos de polisacáridos y otras macromoléculas complejas. Los productos terminados son finalmente "embalados" de manera selectiva en vesículas que brotan del aparato de Golgi.

La composición química de las moléculas que circulan por el sistema de endomembranas funciona como "señal" o "estampilla postal" que determinan su destino final.



1. Copien la trama conceptual de la página 73 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

SECRECIÓN O EXPORTACIÓN

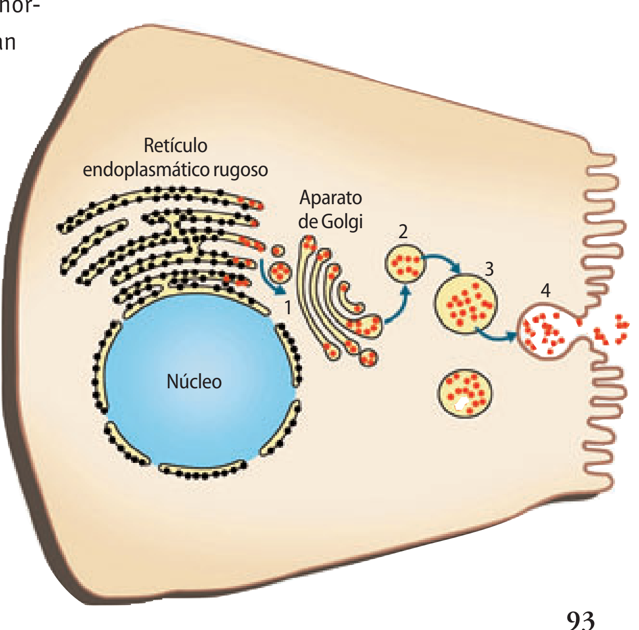
La **vía secretoria** completa la ruta hacia el medio extracelular de las macromoléculas sintetizadas en el sistema de endomembranas.

La **secreción** o **exportación** comprende dos vías bien diferenciadas: la secreción constitutiva, no regulada o continua; y la de secreción regulada o discontinua.

La **secreción constitutiva** es un fenómeno común a todas las células que transportan diversos productos al medio extracelular, a medida que son sintetizados.

Las secreciones se empacan en las **vesículas secretoras** que luego se acercan a la membrana y liberan su contenido por **exocitosis**. La producción del mucus que liberan las células de las paredes internas del tubo digestivo, es un ejemplo de secreción constitutiva.

La **secreción regulada** es un proceso menos frecuente, que tiene lugar en células secretoras más especializadas, como las que sintetizan hormonas o enzimas digestivas. Los productos de secreción se encierran en los **gránulos secretorios**, los que se acumulan en el citoplasma hasta el momento de ser liberados. La secreción de las hormonas o las enzimas solo tiene lugar cuando la célula secretora recibe señales específicas. Por ejemplo, la hormona insulina fabricada en el páncreas se libera ante un incremento de la glucosa sanguínea. Este tipo de regulación garantiza una respuesta de la célula secretora a los cambios en su entorno a la vez que rápida, oportuna.



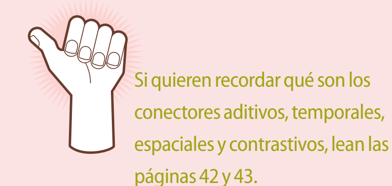
Modelo de circulación celular.
1. Circulación de proteínas en vesículas
2. Recepción, transformación y brotación en el Aparato de Golgi
3. Vesícula secretora
4. Secreción por exocitosis

HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

Al buscar información para resolver un problema de la vida diaria o para responder una actividad escolar, generalmente se requiere que ésta sea confiable y objetiva. Entre los especialistas que aportan la información buscada, se elije aquel reconocido como una autoridad para explicar el tema de manera adecuada y comprensible.
Los científicos comunican y comparten sus hallazgos mediante explicaciones.
Además de definir, explicar es otra de las habilidades lingüísticas muy usada tanto en nuestra comunicación diaria como en la que desarrollan los científicos entre sí.

La explicación y los textos explicativos

Explicar es organizar y relacionar causalmente un conjunto de ideas o razonamientos, con el objetivo de hacer comprensible un fenómeno, proceso, resultado, comportamiento, etcétera. A través de las explicaciones, el emisor tiene la intención deliberada de que el receptor pueda comprender su razonamiento. Es decir, pretende que el receptor otorgue sentido y comprenda hechos, procesos, fenómenos, acontecimientos, etcétera.
Entonces, una explicación incluye un agente poseedor de un determinado saber (el experto) y un receptor dispuesto a interpretarlo a partir de su conocimiento previo (el lego).
Con una explicación no se pretende convencer ni influir en el receptor, solo cambiar su estado de menor a uno de mayor conocimiento.
Una explicación puede ser adecuada o satisfactoria para un receptor y no para otro. Este tipo de valoración sobre una explicación determinada es subjetiva porque depende de las relaciones que pueda establecer el receptor con los conocimientos previos que dispone.


Si quieren recordar qué son los conectores aditivos, temporales, espaciales y contrastivos, lean las páginas 42 y 43.

EXPLICACIÓN			
PROPÓSITO	**ORIGEN**	**RESPONDE A**	**CARACTERÍSTICAS**
Hacer comprender procesos, fenómenos, acontecimientos, comportamientos, a través de la exposición de las causas por las cuales se producen y el modo en que se desarrollan.	Producir ideas de manera ordenada, relacionadas causalmente.	¿Por qué? ¿Cómo?	▮ Verbos en presente del modo indicativo y en tercera persona del plural o singular; ▮ conceptos teóricos específicos y generales; ▮ conectores contrastivos, temporales, espaciales y de base causal; ▮ negritas o subrayados; ▮ puede contener descripciones, definiciones, datos numéricos, clasificaciones, ejemplificaciones, reformulaciones, analogías (comparaciones, metáforas y metonimias) y citas.

¿Dónde hay explicaciones?

Se pueden detectar explicaciones en las clases, conferencias, entrevistas, debates, consultas y conversaciones informales con expertos.
Los textos explicativos abundan en tratados, manuales, ensayos, libros de estudio, obras de divulgación científica, artículos periodísticos y enciclopedias. Suelen estar acompañadas de material gráfico, como ilustraciones, mapas, esquemas, etcétera.
En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, las explicaciones son muy frecuentes: los docentes las usan para desarrollar cómo o por qué ocurre un proceso, y los estudiantes para demostrar que lo conocen.

¿Cómo reconocer un texto explicativo?

Generalmente, en los textos explicativos se evitan las opiniones, son **impersonales**. Suelen comenzar con la descripción de un proceso, y luego se exponen sus causas y consecuencias. También pueden originarse del planteo de un problema o una pregunta (presente o no en el texto), y seguidamente presentar la explicación de las causas.
En la página 60 de este libro se puede leer:

> Las enzimas son catalizadores que aceleran la velocidad de una reacción química con un bajo aporte de energía de activación. Las enzimas se unen temporalmente a las moléculas de los sustratos reaccionantes en una región específica de su molécula, llamada sitio activo. Finalizada la reacción, el producto se disocia de la enzima. Entonces, como la enzima no se altera durante la reacción, puede ser reutilizada en otras reacciones en las que participe el mismo tipo de sustrato.

Parte de este texto es explicativo porque responde a ¿**cómo** se produce la relación enzima-sustrato? Se pueden encontrar también otras características propias de este tipo de texto:

- verbos en presente del modo indicativo y en tercera persona del plural o singular (son, aceleran, se unen, se disocia, se altera, puede ser reutilizada, participe);
- conceptos teóricos específicos y generales (enzimas, catalizadores, velocidad, reacción química, energía de activación, molécula, sustratos reaccionantes, sitio activo, sustrato);
- conectores de base causal (entonces, como);
- conectores temporales (temporalmente, Finalizada);
- definiciones (Las enzimas son catalizadores que aceleran la velocidad...; región específica de su molécula, llamada sitio activo)

El siguiente es un texto extraído de una revista de divulgación científica que explica la causa de las heridas que producen las agua-vivas:

> Las lesiones ocasionadas por las medusas (agua-vivas) son producidas por unas células de la epidermis llamadas cnidocitos. Estas células poseen unas organelas urticantes, denominadas nematocistos, que se pueden describir como dardos disparados por presión de agua. Cada dardo se fija a la víctima y se prolonga en un filamento hueco que inyecta veneno paralizante. Este mecanismo es exclusivo de los celenterados, un phylum zoológico que, además de las medusas, incluye algunos grupos de seres gelatinosos del plancton, como los sifonóforos, o del fondo marino, como las actinias o anémonas de mar. El disparo de dardos venenosos es una forma de caza que resulta desencadenado por el contacto con el ser u objeto que lo embiste, pero no se puede descartar que también sea consecuencia de un estímulo químico proveniente de la víctima. Los cnidocitos con sus nematocistos se hallan principalmente concentrados en algunos engrosamientos de los tentáculos o en los bordes del cuerpo, de donde parten en forma masiva, como esas lluvias de flechas que, en antiguos grabados, eran disparadas por máquinas de guerra sobre los enemigos.
>
> Revista *Ciencia Hoy*, Volumen 15, N° 86, abril/mayo 2005.

Es un texto explicativo porque responde a **¿por qué** y cómo producen heridas las agua-vivas? Otras características que permiten clasificarlo como un texto explicativo son:

- verbos en presente del modo indicativo y en tercera persona del plural o singular (poseen, se pueden describir, se fija, se prolonga, inyecta, incluye, resulta, se puede descartar, se hallan, parten);
- conceptos teóricos específicos y generales (medusas, epidermis, cnidocitos, células, organelas, nematocistos, celenterados, phylum zoológico, etcétera);
- conectores contrastivos (pero);
- conectores de base causal (son producidas por, sea consecuencia);
- conectores aditivos (además);
- ejemplificaciones (como los sifonóforos, como las actinias o anémonas de mar)
- comparaciones y metáforas (como dardos disparados por presión de agua; como esas lluvias de flechas que, en antiguos grabados, eran disparadas por máquinas de guerra sobre los enemigos)
- definiciones (unas células de la epidermis llamadas cnidocitos, organelas urticantes, denominadas nematocistos)
- descripciones (Cada dardo se fija...; se hallan principalmente concentrados...)

Los conectores de base causal

- **causativos**: son los conectores que introducen relación de causa entre segmentos del texto. *A causa de ello, por eso, porque, pues, puesto que, ya que, dado que, por el hecho de que, en virtud de, gracias a;* son conectores causativos;
- **consecutivos**: son los conectores que introducen consecuencia entre segmentos del texto. *De ahí que, pues, luego, por eso, de modo que, de ello resulta que, así que, de donde se sigue, así pues, por lo tanto, de suerte que, por consiguiente, en consecuencia, en efecto, entonces;* son conectores consecutivos;
- **condicionales**: son los conectores que introducen la causa hipotética en el primer segmento del texto, y en el segundo se agrega un conector consecutivo. *Si, con tal que, cuando, en el caso de que, según, a menos que, siempre, mientras, a no ser que, siempre y cuando, solo que, de tal modo que;* son todos conectores condicionales.
- **finales**: son los conectores que introducen la meta o el propósito que se persigue. *Para que, a fin de que, con el propósito de, con el objeto de, de tal modo que*; son todos conectores finales.

ACTIVIDADES

1. Identifiquen y escriban la pregunta, las causas y las consecuencias en el texto explicativo transcripto de la revista *Ciencia Hoy*.
2. Busquen 3 textos explicativos en este capítulo e identifiquen sus características, como se procedió en estas páginas.
3. Teniendo en cuenta las características propias de los textos explicativos, elaboren y escriban una explicación a partir de los resultados obtenidos de la actividad experimental de la página 68 de este libro.
4. Busquen 3 textos explicativos contenidos en artículos periodísticos.

4 LIBERACIÓN DE DESECHOS

Excreción de los desechos celulares

En los primeros capítulos de este libro se explicaron los procesos por los cuales el organismo y sus células obtienen y transforman los nutrientes. Asimismo se describió cómo circulan estos materiales hacia otras regiones, donde participan en actividades específicas.

De la degradación de los nutrientes, en las células se producen diversos materiales tóxicos que afectan la actividad celular normal, los **desechos metabólicos.** Concentraciones elevadas de dichos productos pueden ocasionar la destrucción de las células y, en consecuencia, la muerte del organismo.

Habitualmente, este fenómeno no ocurre porque los desechos metabólicos son liberados o excretados del cuerpo por un conjunto de órganos que conforman el **sistema excretor**.

En este capítulo, entonces, se explicará la serie de procesos por los cuales el cuerpo libera los desechos celulares originados por la degradación de los nutrientes.

El **sistema excretor** está formado por 3 subsistemas que eliminan del cuerpo los desechos metabólicos:

- el **subsistema urinario,**
- el **subsistema respiratorio** y
- el **subsistema tegumentario**.

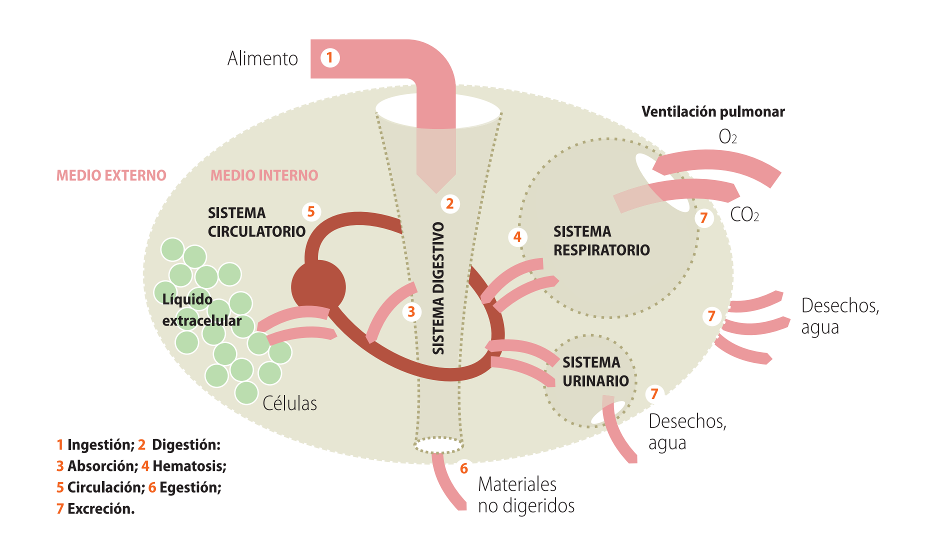
Los desechos metabólicos son materiales tóxicos cuando se encuentran en elevadas concentraciones pero, disueltos en agua, dejan de ser perjudiciales para el organismo.

El sistema excretor regula la disolución de los desechos metabólicos en una cantidad de agua suficiente como para contrarrestar su toxicidad.

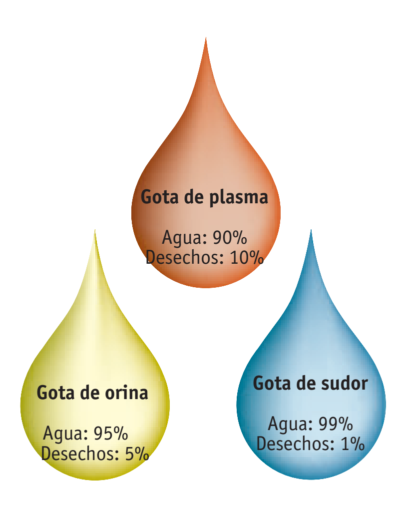
Sistema urinario
Micción y transpiración
Inspiración
Sistema respiratorio
Ventilación pulmonar
Desechos metabólicos
Desaminación
Ingestión
Hematosis
Sistema tegumentario
Espiración
Sistema digestivo
Respiración celular
Digestión
Oxígeno
Síntesis proteica
ARN
Nutrición
Dióxido de carbono
Citoplasma y organoides
Nutrientes
Organismo humano
Homeostasis
Agua
Membrana plasmática
Células
Núcleo
ADN
Sistema circulatorio
Transporte pasivo
Digestión intracelular
Absorción
Coagulación
Sangre
Intercambio de nutrientes y desechos
Transporte activo
Linfa
Sistema inmunológico
Circulación mayor y menor
Circulación intracelular
Exportación y secreción
Sistema linfático

Los productos de excreción, como la **orina**, el **sudor** y el **aire espirado** son soluciones de desechos metabólicos con un elevado porcentaje de agua líquida o gaseosa.

Por lo tanto, el sistema excretor no solo participa en la liberación de los desechos metabólicos, sino también en la regulación de la entrada, la salida y el mantenimiento constante del agua, las sales y otros productos celulares.



Es importante recordar que la materia fecal (heces) está compuesta por materiales que no fueron absorbidos en el tubo digestivo y que, por consiguiente, no provienen del metabolismo celular. Por eso el proceso de egestión o eliminación de materia fecal no forma parte de la excreción.



Concentración de materiales disueltos en una gota de plasma, en una de orina y en una de sudor.

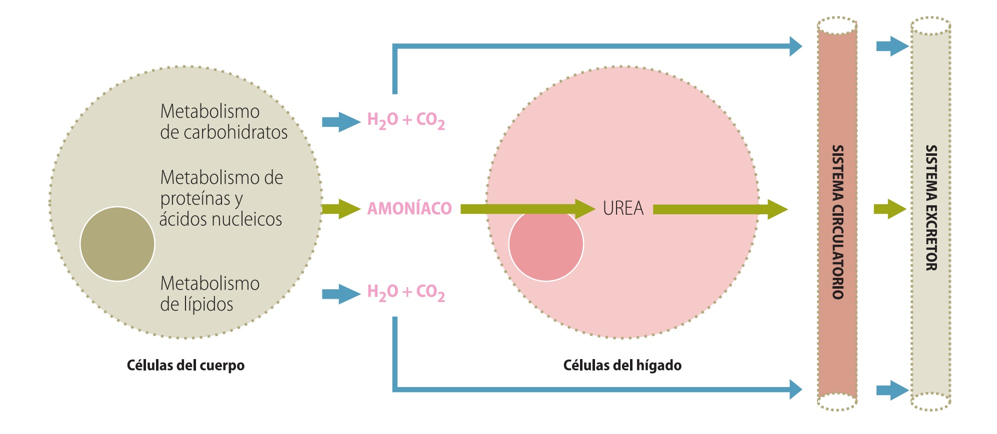
Los desechos metabólicos

Como se explicó en los capítulos anteriores, las proteínas que ingresan en el organismo son digeridas en el estómago y en el intestino delgado. Los aminoácidos que resultan de ese proceso son absorbidos y circulan por la sangre hasta llegar a las células. Cada una de ellas puede usar esos aminoácidos como materia prima en la síntesis de otras proteínas (**síntesis proteica**), o degradarlos para obtener energía (**respiración celular**).

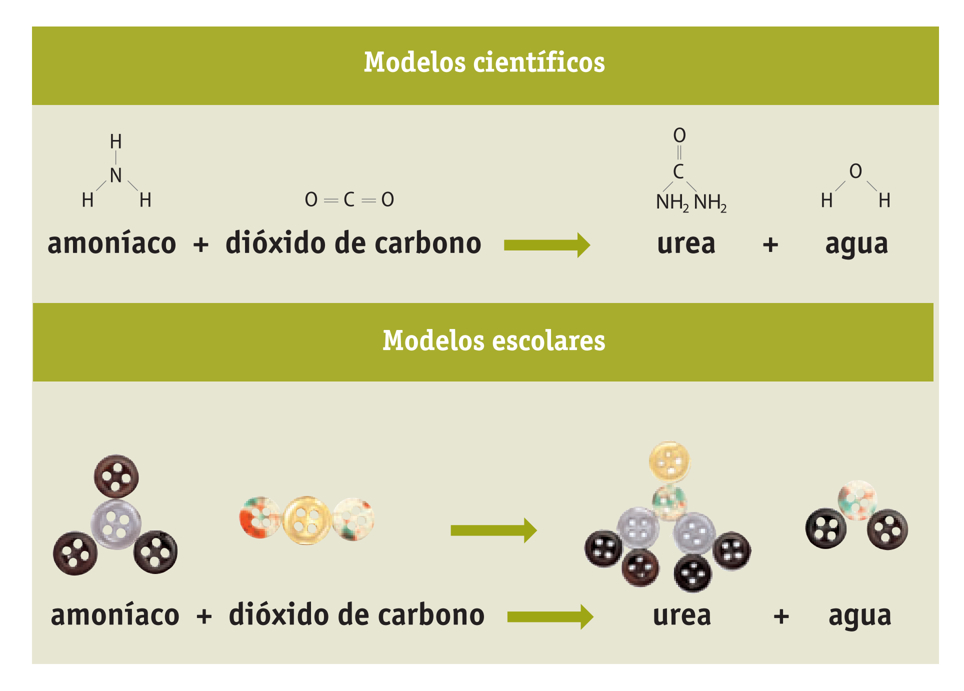
Cuando las células extraen energía de los aminoácidos, se forma un desecho muy tóxico para el organismo, el **amoníaco** (**NH_3**), que es liberado al medio extracelular y desde allí ingresa en el torrente sanguíneo.

En el **hígado**, las células hepáticas transforman el amoníaco en **urea**, sustancia mucho menos tóxica que, luego de ser originada, circula por la sangre hasta ser liberada por el sistema excretor. En la orina, por ejemplo, la urea representa aproximadamente la mitad de las sustancias que contiene disueltas. El sudor también contiene urea en su composición.

El hígado, entonces, es uno de los órganos que regulan la composición sanguínea porque sintetiza gran cantidad de proteínas que transitan por el plasma, y transforma en menos tóxicas las sustancias perjudiciales que circulan por la sangre.



Los desechos producidos durante el metabolismo de carbohidratos y lípidos circulan por el sistema circulatorio hasta que ingresan en el sistema excretor y son eliminados del organismo. Algunos de los desechos originados por el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos, como el amoníaco, son previamente transformados en materiales menos tóxicos para el cuerpo, como la urea.




ACTIVIDADES

1. Con botones, bolitas de plastilina o clips, modelicen la transformación de amoníaco en urea que ocurre en las células hepáticas.

2. ¿Qué representa cada uno de los objetos que usaron en la modelización anterior: una molécula o un átomo?

La **creatinina** es otro desecho metabólico. Deriva de la **creatina**, sustancia muy abundante en los músculos. La creatina interviene en procesos de obtención de energía en las células musculares.

Otro desecho metabólico es el **ácido úrico**, uno de los productos de la degradación de los nucleótidos de los ácidos nucleicos (ADN y ARN).

La mayor parte del agua y muchos iones, como el **potasio**, el **sodio** y el **cloruro** provienen de los alimentos.

Tanto la orina como el sudor contienen creatinina, ácido úrico e iones potasio, cloruro y sodio en su composición.

La orina también contiene otras sustancias en cantidades relativamente pequeñas, como vitaminas hidrosolubles, enzimas, hormonas, desechos derivados del metabolismo de medicamentos y el pigmento urinario denominado **urocromo**.

La composición de la orina y del sudor puede variar según el tipo de dieta, el estado de hidratación corporal o el consumo de ciertos medicamentos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Agua metabólica
La degradación de 100 g de grasa produce 107 g de agua; de la de 100 g de hidratos de carbono resultan 55 g de agua; y 100 g de proteínas originan 41 g de agua.

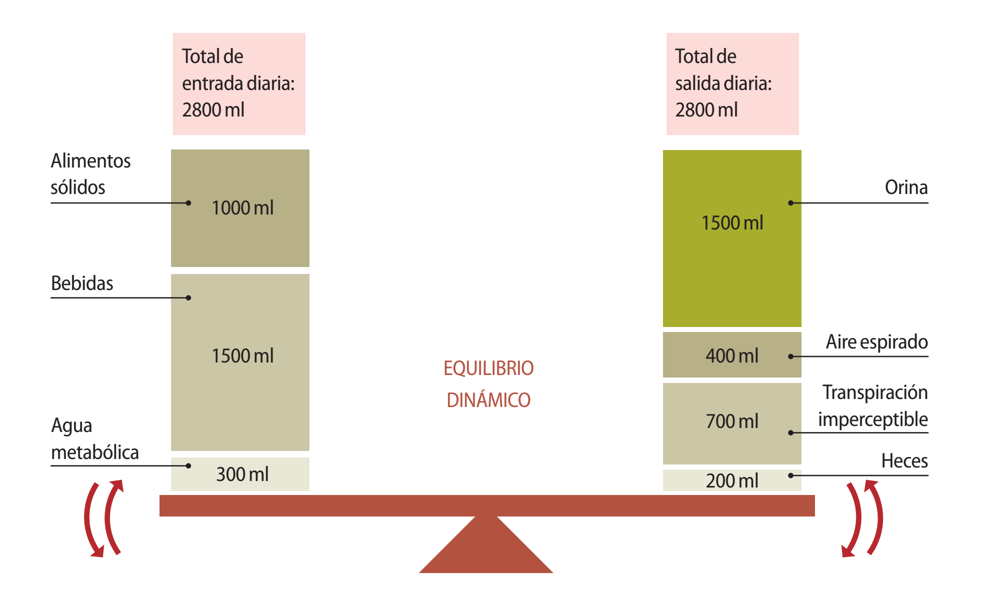
El agua en el organismo

En el organismo, el **agua** ingresa principalmente a través de las bebidas y los alimentos. También hay un porcentaje de agua que se forma como producto de la degradación de los nutrientes en las células, el **agua metabólica** (300 ml a 500 ml diarios).

Del cuerpo, el agua egresa fundamentalmente a través de la orina, el sudor, el aire espirado y las heces.

El **agua** proporciona el medio líquido en el cual se producen las reacciones químicas del organismo, interviene en la regulación de la temperatura corporal y en el transporte y la eliminación de desechos metabólicos.

El agua del organismo humano adulto representa cerca del 60% del peso total del cuerpo y su cantidad permanece constante dentro de ciertos límites. Por lo tanto, su entrada y salida del organismo está balanceada o en **equilibrio dinámico**.



Este sube y baja es un modelo que representa el flujo de agua por un organismo. En condiciones normales, hay un equilibrio dinámico entre la cantidad que ingresa en el cuerpo y la que egresa del mismo.

Intoxicación por agua
Cuando se produce una sudoración excesiva, si se repone el líquido perdido con agua sin sales disueltas (agua destilada), o a una rapidez superior a la cantidad de orina que puede producirse, el agua ingresa por ósmosis al interior de las células y diluye su contenido. Esta dilución excesiva del fluido celular repercute en las células del sistema nervioso central y, en un caso extremo, puede producir convulsiones, coma y la muerte antes de poder excretar el exceso de agua.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

El organismo de un hombre de 70 kg de peso contiene aproximadamente 46 l de agua, de ellos:
- 17 l son de agua extracelular;
- 3 l son de agua plasmática; y
- 29 l son de agua intracelular.



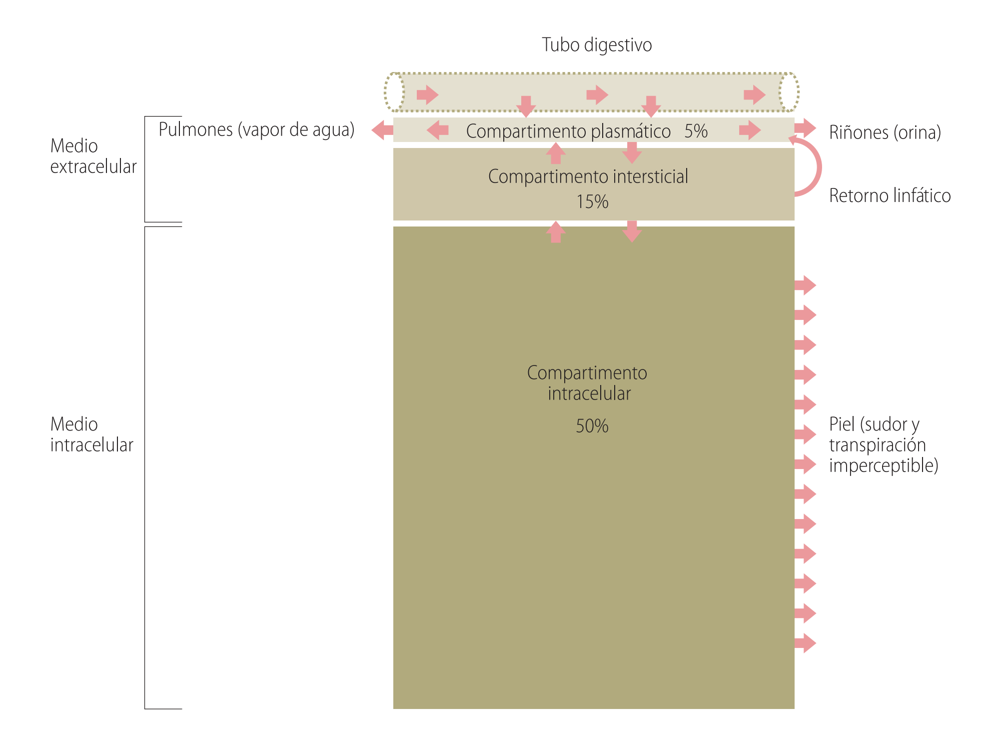
1. Busquen información sobre el porcentaje de agua que aportan los alimentos de consumo habitual.
2. Lean en el epígrafe las causas que originan la sensación de sed y escriban un breve texto que explique la ausencia de esta sensación.
3. Busquen información sobre algunas de las causas de la diarrea, de su prevención y de acciones para evitar la deshidratación del organismo.

COMPARTIMENTOS HÍDRICOS

La mayor parte del agua que el organismo incorpora con las bebidas y los alimentos, se absorbe en el intestino grueso por **ósmosis** y pasa al plasma sanguíneo. A medida que la sangre circula por el cuerpo, la presión hidrostática provoca el pasaje de agua hacia los espacios intercelulares. Desde allí, el agua ingresa por ósmosis en las células.

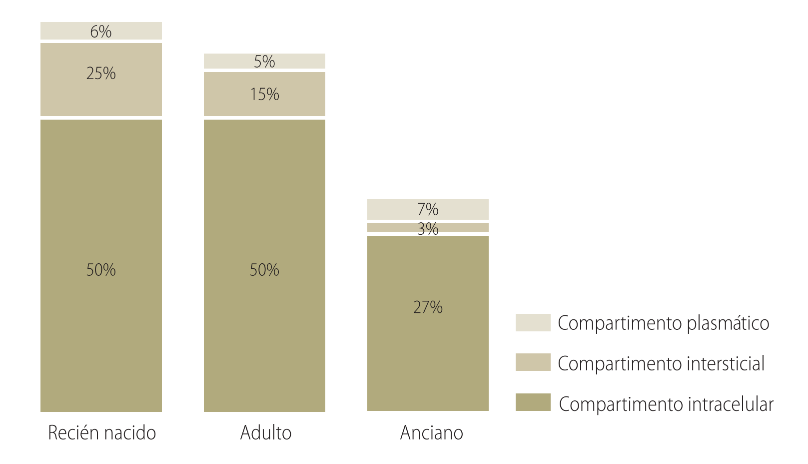
El agua corporal disuelve solutos y esas soluciones están en tres tipos de espacios específicos o **compartimentos hídricos**:
- dentro de las células (**compartimento intracelular**);
- entre las células (**compartimento intersticial**);
- en los vasos sanguíneos (**compartimento intravascular o plasmático**); y
- en los vasos linfáticos (**compartimento linfático**).

El conjunto conformado por el **medio intracelular** y el **medio extracelular** constituye el medio interno del organismo.



Distribución del agua corporal en los tres compartimentos del organismo

La superficie de los compartimientos es muy amplia, lo que permite el flujo constante de agua y sustancias disueltas de un compartimiento a otro. Ante una deshidratación, siempre se conserva el volumen del compartimiento plasmático, incluso a expensas de los otros. Este proceso asegura una presión arterial adecuada para la irrigación de los tejidos.



La diarrea, el vómito o la hiperventilación en forma continua pueden deshidratar el organismo. Esta situación puede provocar consecuencias graves, incluso la muerte.
La deshidratación se produce por la pérdida del agua intersticial y el consecuente aumento en la concentración de los solutos que contiene disueltos. Debido a este desequilibrio, el agua sale del interior de las células. La salida del agua intracelular también se produce en las células de la mucosa bucal, por eso se produce la sensación de sequedad que se asocia con la sed.

SOLUCIONES CORPORALES En los compartimentos hídricos, el agua conforma soluciones con variedad de solutos y concentraciones. Algunos compartimentos tienen concentraciones similares de algunos solutos y, de otros, muy diferentes. Por ejemplo, en las células, en el plasma y en la orina, las concentraciones de iones sodio, potasio y cloruro de las soluciones tienen valores similares entre sí. En cambio, las concentraciones de esos mismos solutos son muy diferentes entre las soluciones mencionadas y las que contienen las células en su interior.

Materiales disueltos en el agua corporal	Compartimento intracelular (mEq/l)	Compartimento intersticial (mEq/l)	Compartimento plasmático (mEq/l)	Orina (mEq/l)
Iones sodio (Na^+)	14 mEq/l	139 mEq/l	142 mEq/l	135-146 mEq/l
Iones potasio (K^+)	140 mEq/l	4 mEq/l	4,2 mEq/l	3,5-5 mEq/l
Iones calcio (Ca^{2+})	0 mEq/l	4,8 mEq/l	4,5 mEq/l	
Iones magnesio (Mg^{2+})	20 mEq/l	2 mEq/l	2 mEq/l	
Iones cloruro (Cl^-)	4 mEq/l	100 mEq/l	100 mEq/l	92-120 mEq/l
Iones bicarbonato (HCO_3^-)	10 mEq/l	28 mEq/l	24 mEq/l	
Iones fosfato (PO_4^{3-})	11 mEq/l	4 mEq/l	4 mEq/l	
Iones sulfato (SO_4^{2-})	1 mEq/l	0,5 mEq/l	0,5 mEq/l	
Proteínas	4 mEq/l	1,2 mEq/l	1,2 mEq/l	
Glucosa			100 mg/dl	0 mg/dl
Urea			15 mg/dl	60-90 mg/dl
Creatinina			1 mg/dl	1,2 a 1,4 mg/dl

Composición química de los compartimientos hídricos y de la orina.

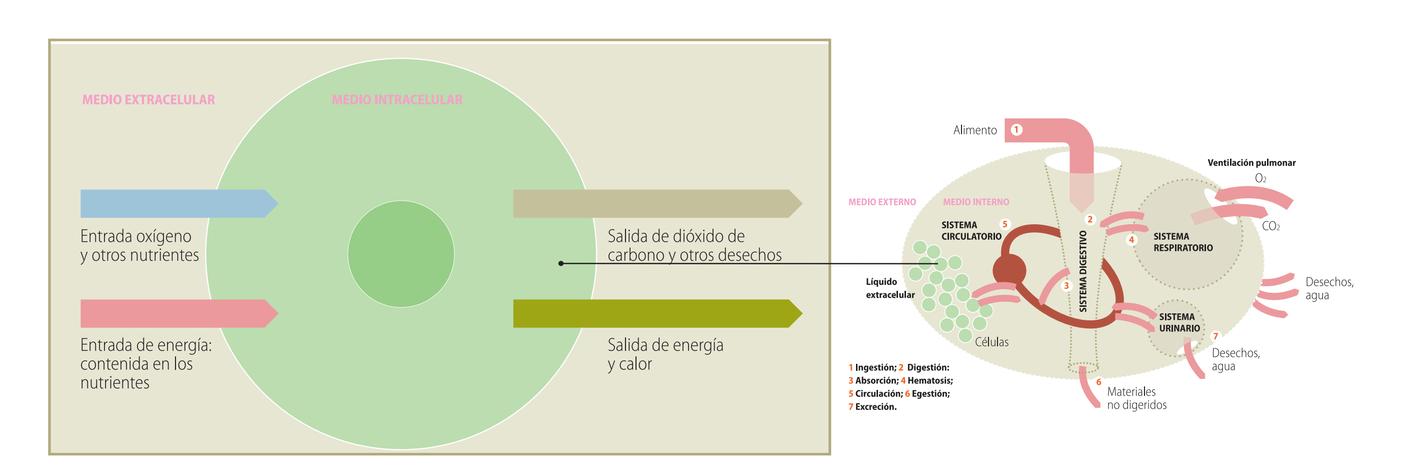
ACTIVIDADES

1. Teniendo en cuenta los materiales registrados en la tabla de esta página, busquen en este libro información sobre las actividades en las que intervienen en nuestro organismo.

2. Elaboren un cuadro de doble entrada con la información que obtuvieron del punto anterior.

Estructura y dinámica del subsistema respiratorio

En el proceso de **ventilación pulmonar** se inspira aire atmosférico y se espira aire con una composición diferente. Como se explicó en el Capítulo 1, esa diferencia se debe al intercambio de gases (**hematosis**) entre el aire alveolar y la sangre de los capilares sanguíneos que rodean a los alvéolos pulmonares. Como consecuencia de este proceso, el **aire espirado** posee una proporción de dióxido de carbono casi cien veces mayor que el **aire inhalado** y es expulsado del organismo mediante la **espiración**. El **dióxido de carbono** eliminado es un producto de desecho que procede fundamentalmente de la **respiración celular**.



CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En un adulto:
- cada uno de sus dos riñones mide alrededor de 12 cm de longitud por 7 cm de ancho y 3 cm de espesor; y pesa aproximadamente 150 g;
- cada uno de sus dos uréteres miden 25 cm de longitud
- su vejiga pesa 150 g;
- sus riñones reciben cerca de 1 l de sangre por minuto, es decir, 1400 l de sangre por día;
- la velocidad de filtración de los riñones es de 180 l por día.



1. Observen las imágenes de estas páginas y señalen el recorrido de la orina desde su origen hasta su eliminación del organismo.

Estructura y dinámica del subsistema urinario

Los **riñones** son dos órganos con forma similar a la de un poroto situados en la región posterior de la cavidad abdominal, por debajo del diafragma. Se encuentran localizados a los lados de la columna vertebral. En el polo superior de cada riñón se encuentran las **glándulas suprarrenales**, glándulas productoras de diversas hormonas.

La sangre con desechos celulares ingresa al riñón por la **arteria renal**, vaso conectado con la aorta abdominal. Esta sangre, filtrada por cada riñón, sale de ellos prácticamente sin desechos por la **vena renal** y se incorpora a la circulación general.

Los desechos celulares, junto con una porción importante de agua, constituyen la orina que sale de los riñones por dos conductos, los **uréteres**. Por ellos la orina fluye hacia la vejiga.

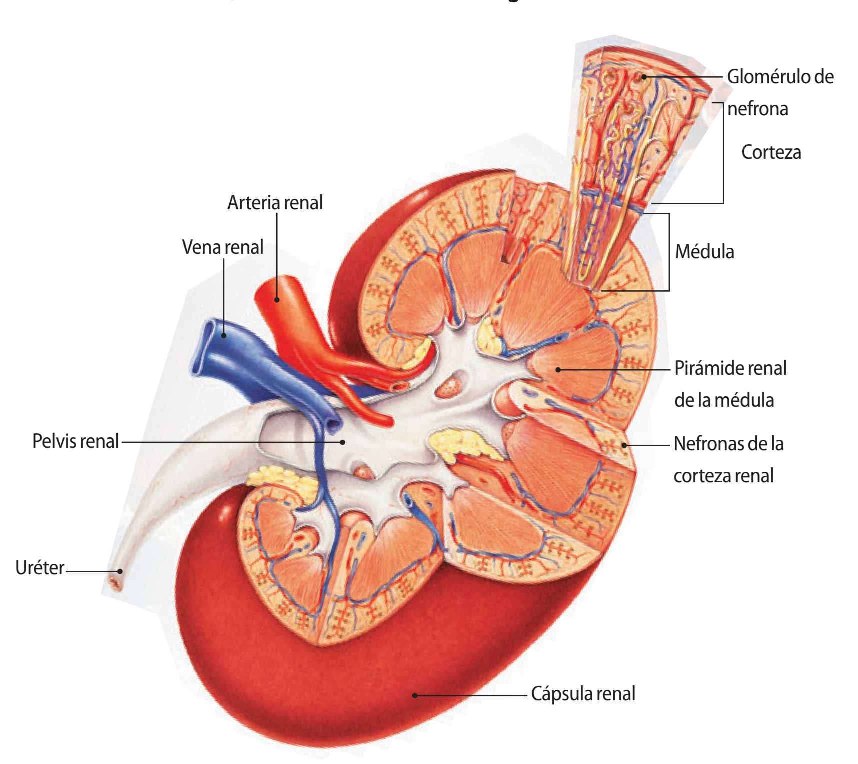
La **vejiga** es un órgano hueco situado en la cavidad pélvica que almacena normalmente cerca de medio litro de orina. Su superficie interna presenta tres orificios: dos que se abren hacia los uréteres, y otro hacia la **uretra**, conducto por donde es eliminada la orina durante la **micción**.

La orina es retenida en la vejiga por acción de dos esfínteres musculares situados alrededor de la abertura de la uretra, uno interno y otro externo.

Cuando la orina almacenada supera los 150 ml a 200 ml, la presión ejercida sobre las paredes de la vejiga es captada por receptores de estiramiento que envían la información al sistema nervioso central. Así, se percibe la necesidad de orinar y se desencadena una respuesta refleja en la que se contrae la vejiga y se relaja el esfínter interno. El esfínter externo puede ser controlado en forma voluntaria dentro de ciertos límites a partir de los dos años de edad.

La uretra femenina sirve solo al sistema urinario. En cambio, la uretra masculina constituye la vía común del sistema urinario y reproductor.

El extremo de la uretra presenta el **orificio urinario**, por donde es eliminada la orina al exterior. En el varón, se denomina **orificio uro-genital**.



La parte externa de los riñones se denomina **corteza renal** y en un corte se diferencia a simple vista de la parte interna con forma de abanico, llamada **médula renal**. En el interior de cada riñón hay una cámara ramificada que constituye la **pelvis renal**. Ésta conduce la orina hacia el uréter.

ACTIVIDADES

¿Qué características comparte nuestro riñón con el de una vaca?

Para responder esta pregunta necesitan una bandeja, un cuchillo, guantes de látex y un riñón de vaca.

1. Coloquen el riñón sobre la bandeja y observen su forma, aspecto, color y dimensiones.

2. Observen las imágenes de estas páginas y comparen las características del riñón de vaca con las de uno humano.

3. ¿A qué se debe el color de este órgano?

4. Dibujen el aspecto externo del riñón y identifiquen la arteria y la vena renal, y el uréter.

5. Tomen el riñón y córtenlo en sentido longitudinal. Ubiquen las mitades del riñón con sus caras internas hacia arriba y reconozcan: la corteza, la médula, la pelvis renal y el uréter.

6. Dibujen la cara interna de una mitad del riñón y señalen las estructuras identificadas.

7. ¿Cuál es la función de la pelvis renal y el uréter?





CON-TEXTO DE LA CIENCIA

Los análisis de orina de ayer y de hoy

En la Edad Media, los médicos sostenían que la orina reflejaba el estado del interior del cuerpo. De este modo, inspeccionaban visualmente y en forma sistemática la orina para reconocer el comportamiento de los humores corporales y diagnosticar enfermedades. Así surgió la uroscopia (estudio de la orina) que resultó ser un método dudoso y subjetivo, pero se siguió utilizando hasta el siglo XIX.

Actualmente, el análisis físico y químico de la composición de la orina es una de las primeras pruebas diagnósticas para la detección de enfermedades. Un método para analizarla consiste en sumergir en muestras de orina tiras impregnadas con diferentes reactivos que detectan sustancias. Luego, se contrasta el cambio de coloración de cada sector de las tiras con una tabla de colores que indican los valores normales de la composición de la orina.



RIÑONES Y ORINA En el estudio microscópico de la estructura de cada riñón se puede observar la presencia de más de un millón de diminutos filtros llamados nefrones. Cada **nefrón** consta de dos partes principales:

- un **glomérulo**;
- un **túbulo renal** con porciones que varían en su forma y función: la **cápsula de Bowman**, el **túbulo contorneado proximal** (**TCP**), el **asa de Henle** y el **túbulo contorneado distal** (**TCD**).

Los glomérulos, las cápsulas y los túbulos enrollados conforman la corteza de los riñones. Las porciones de los túbulos en forma de U y la mayor parte de los túbulos colectores forman la médula renal.

Los tubos distales de varios nefrones desembocan en un mismo **tubo colector** y todos los tubos colectores conducen la orina hacia la pelvis renal.

Arteriola aferente: ramificación de la arteria renal que termina en el glomérulo.

Glomérulo: conjunto denso de capilares sanguíneos que se parece a un ovillo.

Arteriola eferente: vaso sanguíneo que se origina en el glomérulo.

Arteria renal.

Vena renal.

Cápsula de Bowman: primera porción del túbulo renal. Es una estructura con forma de copa que rodea el glomérulo.

Túbulo contorneado distal (TCD): última porción muy enrollada del túbulo renal.

Túbulo contorneado proximal (TCP): segunda porción muy enrollada del túbulo renal.

Vénulas: vaso sanguíneo donde confluyen los capilares peritubulares y que desemboca en la vena renal.

Túbulo colector

Asa de Henle: tercera porción relativamente recta del túbulo renal y con forma de U.

Capilares peritubulares: ramificaciones de la arteriola eferente que rodean el túbulo renal.

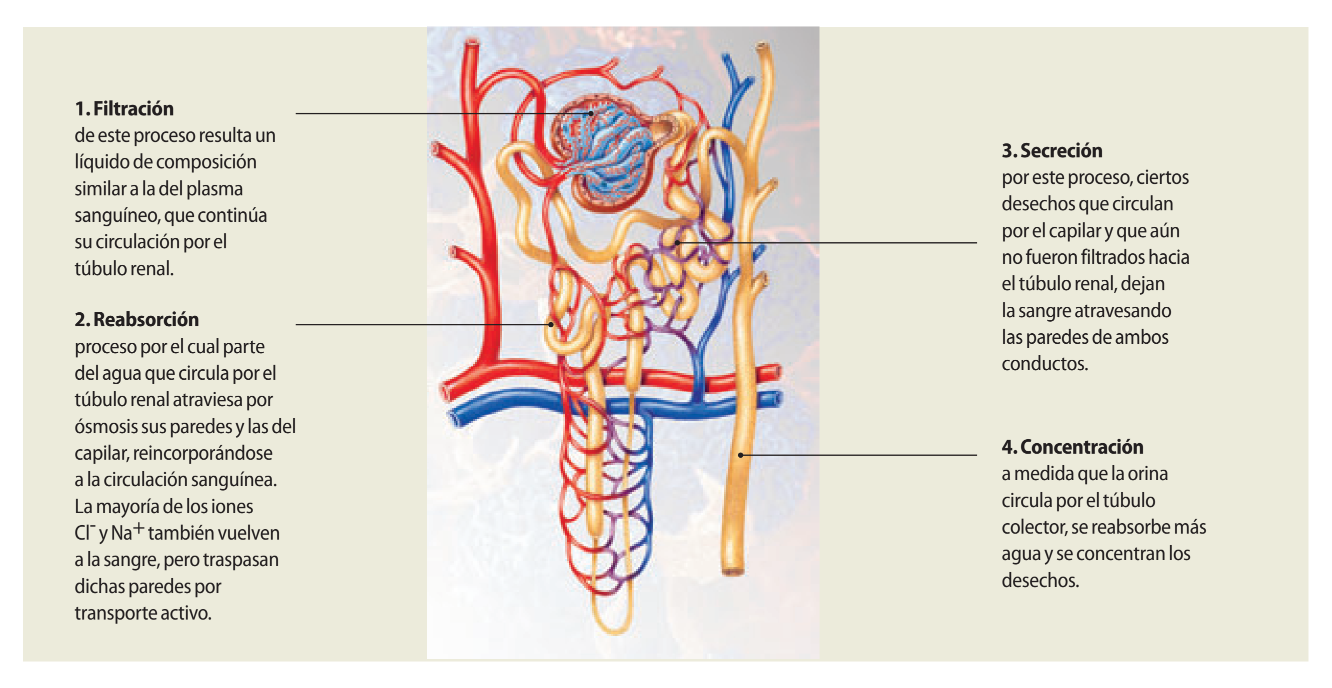
Los nefrones intervienen en la filtración de la sangre que reciben y en la elaboración de la orina a partir del agua y de las sustancias de desecho que contiene la sangre.

La orina se origina a partir de los siguientes procesos:

- **filtración** de la sangre en los glomérulos;
- **reabsorción** de agua y de otras sustancias hacia la sangre;
- **secreción** de sustancias de desecho que no han sido filtradas, desde la sangre; y
- **concentración** de la orina, ya que de este modo se elimina un volumen reducido del agua corporal, hasta la liberación del organismo, o excreción.



1. Relean la información de estas páginas y elaboren un esquema conceptual para sistematizar la estructura y dinámica de un nefrón.



Procesos que ocurren en un nefrón.

1. Filtración: La sangre ingresa al **nefrón** por la **arteriola aferente**, rama de la **arteria renal**. Entre otros factores, la mayor presión dentro de las arteriolas y la menor presión dentro de la **cápsula de Bowman**, provocan el pasaje de agua y otros materiales disueltos desde la sangre hacia el interior de la cápsula. El líquido resultante se denomina **filtrado**. Como éste posee una composición similar al plasma sanguíneo, pero sin sus células y proteínas de grandes moléculas es, en realidad, un **ultrafiltrado**.

2. Reabsorción: En el **TCP**, gran proporción de los materiales filtrados salen del túbulo e ingresan en la sangre de los **capilares peritubulares**.

A medida que el filtrado se mueve por el **asa de Henle**, gran cantidad de agua pasa por **ósmosis** hacia el exterior y desde allí a los capilares peritubulares. Así, el filtrado se vuelve más concentrado.

En la región más baja del asa de Henle continúa el bombeo de **iones sodio** (Na^+) y **cloruro** (Cl^-) hacia fuera. A medida que el filtrado asciende por el asa, también se difunden iones en forma pasiva y activa hacia el exterior.

Por las paredes del **TCD** sale agua por ósmosis, junto con iones bombeados activamente.

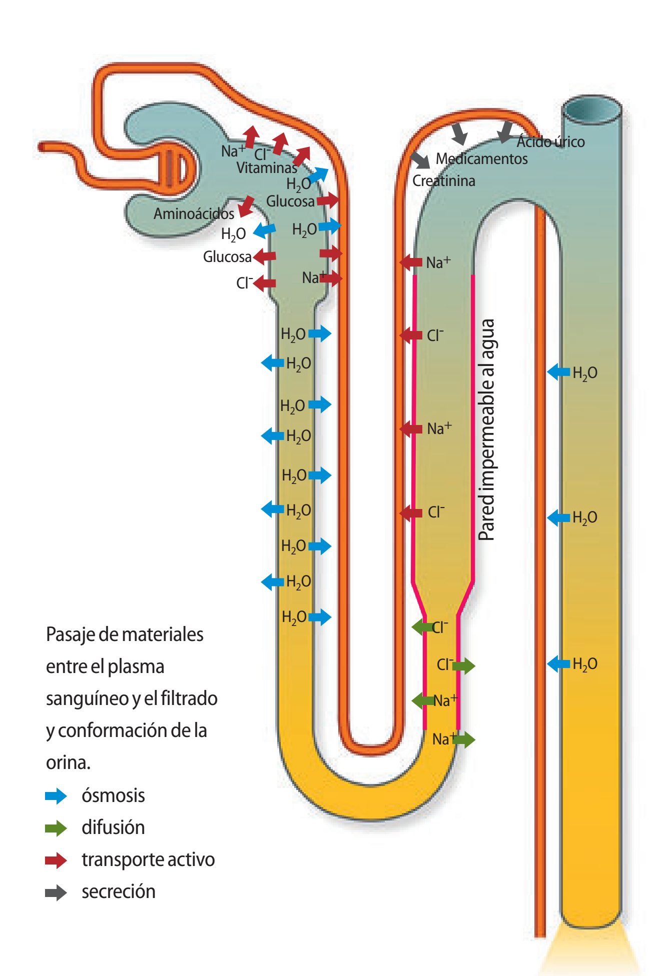
3. Secreción: La secreción de sustancias sucede a lo largo del túbulo renal, pero es más importante en el TCD. Los iones **potasio** (K^+), **hidrógeno** (H^+), **fosfato** (PO_4^{3-}), y las moléculas de **amoníaco**, de **creatinina**, de **ácido úrico**, de **fármacos** como la penicilina y de ciertas toxinas, son transportadas en forma activa desde los capilares peritubulares hacia el interior del túbulo.

4. Concentración: Cuando el filtrado avanza por el tubo colector, gran cantidad de agua e iones ya fueron absorbidos. Pero, en presencia de la **hormona antidiurética** (**HAD**), el túbulo colector se vuelve muy permeable al agua. Este fenómeno permite el pasaje del agua desde interior del conducto hacia el exterior. Como consecuencia, la orina se concentra y resulta hipertónica con respecto al plasma del que deriva. En ausencia de HAD, las paredes de este conducto son impermeables al agua y, por lo tanto, la orina resulta muy diluida o hipotónica con respecto al plasma sanguíneo.

Finalmente, la orina que circula por los túbulos colectores de cada riñón se vierte en la **pelvis renal**, pasa al **uréter**, se acumula en la **vejiga** y se elimina por la **uretra** durante la **micción**.

Los epónimos médicos

En el campo científico son muy abundantes los teoremas, leyes, músculos, enfermedades, técnicas, etcétera, que son conocidos actualmente por el nombre de su descubridor o inventor.
Los **epónimos** son nombres de una persona o de un lugar que designan un pueblo, una época, una enfermedad, una unidad, etcétera. Además, si se considera la nomenclatura científica, la lista se vuelve casi infinita.
En la historia de la medicina muchos nombres de estructuras anatómicas corresponden a los científicos que los describieron por primera vez. Por ejemplo, los nombres de algunos sectores de los nefrones corresponden a los científicos que han estudiado y descrito su estructura y función. El médico británico William Bowman (1816-1892) describió la cápsula de cada nefrón que lleva su nombre. Al anatomista alemán Friedrich Henle (1809-1885) describió la U que forma el túbulo renal, el asa de Henle.



Pasaje de materiales entre el plasma sanguíneo y el filtrado y conformación de la orina.

- ósmosis
- difusión
- transporte activo
- secreción

PLASMA SANGUÍNEO	FILTRADO	
	agua vitaminas glucosa aminoácidos iones cloruro iones sodio urea y otros desechos	FILTRACIÓN
agua vitaminas glucosa aminoácidos iones cloruro iones sodio		REABSORCIÓN
agua	medicamentos iones potasio iones fosfato amoníaco creatinina ácido úrico	SECRECIÓN
PLASMA SANGUÍNEO	**ORINA**	
agua		CONCENTRACIÓN

Tabla de comparación entre la composición del plasma sanguíneo, el filtrado glomerular y la orina.

Componente	Plasma sanguíneo	Filtrado	Orina
Células y fragmentos de células sanguíneas	40% del volumen total	Ausentes	Ausentes
Proteínas	7000 mg/dl	10 mg/dl	2 mg/dl
Glucosa	100 mg/dl	100 mg/dl	5 mg/dl
Iones sodio (Na^+)	300 mg/dl	300 mg/dl	300 mg/dl
Iones potasio (K^+)	17 mg/dl	17 mg/dl	180 mg/dl
Urea	25 mg/dl	25 mg/dl	2000 mg/dl
Ácido úrico	1 mg/dl	1 mg/dl	33 mg/dl
Amoníaco	0,1 mg/dl	1 mg/dl	40 mg/dl



1. ¿Por qué cuando se transpira mucho y no se bebe líquido se orina menos y de color amarillo intenso?

2. ¿Por qué la orina es más clara cuando no se transpira?

3. Relean la información del Capítulo 2 y elaboren un texto breve comparando las funciones de excreción y defecación.

4. Observen el modelo de nefrón y resuelvan:

- ¿Dónde encontrarían un líquido de composición similar a la orina?
- ¿Dónde encontrarían sangre con mayor concentración de urea?
- ¿Dónde encontrarían un filtrado con mayor concentración de urea, glucosa y agua?
- Describan qué sucede con la mayor parte del agua filtrada hacia la cápsula de Bowman.

Los riñones no solo participan en la excreción de los desechos celulares, sino también en otras actividades del organismo como:

- **regulación del pH de la sangre**: controlan la cantidad de **iones hidrógeno (H^+)** y **bicarbonato (HCO_3^-)** y, en consecuencia, mantienen equilibrado el pH de la sangre;
- **regulación de la presión sanguínea:** controlan la presión arterial a través de la producción de renina;
- **regulación del volumen y la concentración de sustancias de la sangre:** a través de varios procesos controlan el volumen y la composición de la sangre.
- otras actividades: producen la hormona **eritropoyetina**, que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea, y una sustancia que activa al precursor de la vitamina D.

Homeostasis hidrosalina

En el organismo, el equilibrio entre la concentración de agua y la de solutos disueltos (**homeostasis hidrosalina**) es regulado en los riñones. Estos órganos no solo excretan la mayor cantidad de desechos metabólicos, sino que también controlan los niveles de sales y otros solutos disueltos en los fluidos corporales, es decir, mantienen el balance hídrico del organismo. Si no hubiera un mecanismo de reabsorción del agua filtrada, el organismo se deshidrataría rápidamente.

Referencias
- Receptores que detectan variaciones de presión sanguínea

Hipófisis

+

+

Secreción de HAD

cayado aórtico

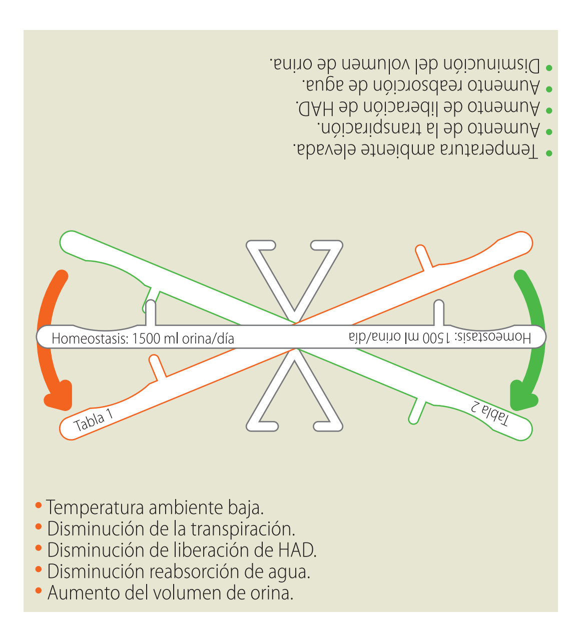
Aumenta la reabsorción de agua en los túbulos colectores

-

Aumenta el volumen sanguíneo

A medida que el agua avanza por los túbulos y conductos colectores, su reabsorción se realiza por ósmosis. El control de este transporte pasivo de agua es regulado por un proceso de **retroalimentación negativa** en el que participa la hormona **antidiurética** (**HAD**) o **vasopresina**. Esta hormona es producida por un centro nervioso (el **hipotálamo**) y almacenada y liberada por la glándula **hipófisis** hacia la sangre.

La cantidad de HAD secretada depende de la concentración de solutos de la sangre y de la presión sanguínea. Los receptores que tienen las paredes del corazón, la aorta y las arterias carótidas, informan sobre variaciones en la presión, el volumen sanguíneo y la composición de la sangre. Por ejemplo, si una persona presenta deshidratación o hemorragia, el volumen de sangre disminuye y la concentración de sustancias se eleva. Los receptores captan estas variaciones y estimulan la liberación de HAD. El incremento de esta hormona aumenta la reabsorción de agua en los túbulos colectores y, en consecuencia, se produce menor cantidad de orina (**oliguria**). La posterior ingesta de agua produce un aumento del volumen sanguíneo y la disminución de la concentración de solutos disueltos. Este cambio es detectado por los receptores que envían señales a la hipófisis y así cesa la liberación de HAD.



Este sube y baja es un modelo que representa la relación entre la temperatura ambiente y la micción. Para comprenderlo, observen la situación de la tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Luego, giren totalmente el libro, observen la situación de la tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

Interacción entre la temperatura ambiental y la micción

En los días de baja temperatura, es común percibir la disminución de la transpiración y la eliminación frecuente de gran cantidad de orina clara. En cambio, en los días con temperatura alta, la situación es inversa.

La transpiración, además de ser una vía de excreción, es un proceso implicado en la regulación de la temperatura corporal, por la cual se enfría la superficie del organismo porque se pierde calor debido a la evaporación del agua del sudor.

Por lo tanto, cuando la temperatura ambiente es baja, la transpiración se reduce y la excreción depende principalmente de los riñones.

Además, el frío inhibe la producción de HAD. En consecuencia, disminuye la reabsorción de agua y aumenta el volumen de orina eliminado.

En los días calurosos, el incremento de la transpiración provoca la pérdida de grandes cantidades de agua y sales. Esta pérdida es detectada por los receptores de presión y de concentración de sustancias disueltas en la sangre, que compensan esta situación estimulando la producción y liberación de HAD.

La suerte en la ciencia

Un sueño, una distracción, un accidente banal o en el laboratorio, una observación sin trascendencia... Todas estas situaciones fueron el motor de numerosos hallazgos científicos descubiertos por casualidad y seguramente lo serán también en las investigaciones del futuro.

En la historia de la ciencia, muchos descubrimientos fueron fruto del azar en interacción con la curiosidad y audacia de sus mentores.
Se suele hablar de **serendipia** para definir la facultad de hacer un descubrimiento o un hallazgo afortunado de manera accidental. Esta palabra deriva del título del cuento *Los tres príncipes de Serendip*.
El cuento relata la historia de tres príncipes que durante sus viajes encontraban, sin buscarla, la respuesta a problemas que no se habían planteado. Estos personajes, gracias a su capacidad de observación sagaz poseían el don del descubrimiento fortuito.
El descubrimiento del elemento químico fósforo se atribuye a un científico que fue *iluminado por la serendipia*.
En el siglo XVII, el comerciante de Hamburgo Henning Brand (1630-1710) leyó en un libro de alquimia que podía obtener oro a partir de las excreciones humanas.
La alquimia se originó en Alejandría como un campo de conocimientos que reunía prácticas griegas, caldeas, egipcias y judías.
Una de sus representantes más importantes fue María la Judía, quien inventó un método para calentar al vapor, al que curiosamente hoy se lo conoce como *baño de María*.
Desde un comienzo, los alquimistas tuvieron tres ambiciosos objetivos que orientaron todas sus investigaciones. Uno de ellos fue encontrar la *piedra filosofal*, es decir, la posibilidad de convertir cualquier metal en oro o plata.
El segundo objetivo fue hallar la *panacea universal*, es decir, la prolongación indefinida de la vida humana y el remedio para curar todas las enfermedades.
Con el tercero buscaron la *felicidad divina* y el trato con los espíritus celestiales.
En este trabajo sin fin, la alquimia creció y se adentró en misterios que dieron lugar al avance de esos magos-científicos, y a una gran cantidad de tratados e inventos. El alambique, el baño de María, los vasos de precipitados, los filtros y otros utensilios que hoy se usan en el laboratorio, fueron inventados por aquellos alquimistas.
Si bien la alquimia tuvo cierto carácter mágico y esotérico, dio origen a la ciencia de la química en el siglo XVII.

En 1669, Brand se propuso buscar la *piedra filosofal* en la orina humana. Un día calentó el concentrado hasta el punto de ebullición para eliminar toda el agua que contenía la orina y obtuvo un residuo sólido que, en la oscuridad, tenía un débil brillo blanquecino, y lo llamó *fuego frío*.
Frente a las dificultades económicas en que se encontraba, Brand vendió su receta al médico Daniel Kraft, quien mostraba la curiosa sustancia por los mercados de Europa presentándola como una maravilla de la naturaleza.
Brand no había dado con la piedra filosofal, sino con el elemento **fósforo** (**P**), cuyo nombre se debe al médico Johann S. Elsholtz. El término fósforo proviene del vocablo griego *phosphoros* y significa portador de luz.
Si bien el descubrimiento de ese elemento despertó mucha curiosidad, las propiedades del fósforo no se comprendieron inmediatamente, ni tampoco se halló la técnica para obtenerlo de otra fuente que no fuera la orina. Durante más de cien años la materia prima para obtener el fósforo fue exclusivamente la orina, lo que solo permitía obtenerlo en cantidades muy reducidas.
Alrededor de 1771, el químico sueco Carl W. Scheele (1742-1786), descubrió que los huesos contienen **fosfatos** (PO_4^{3-}) y desarrolló un método para obtener el fósforo a partir de la calcinación de huesos.
Actualmente, el fósforo se extrae de muchos minerales de la corteza terrestre; y los materiales que poseen la propiedad de absorber energía, almacenarla y emitirla lentamente en forma de luz durante cierto tiempo, con posterioridad a la desaparición del estímulo que la provoca, se denominan **fosforescentes**.
El descubrimiento del fósforo no fue el único en el campo de la serendipia. En la historia de la ciencia hubo muchos hallazgos casuales, sin querer, o *de chiripa*.
Decir que algo se produjo o se encontró *de chiripa* fue una expresión muy usada en nuestro vocabulario cotidiano hasta hace algunos años. Esta expresión proviene del español y en el billar se usa para hacer referencia a una jugada donde la suerte fue muy favorable, en la que se gana por casualidad.
El serendípico descubrimiento de la sacarina, primer edulcorante sin calorías, fue una gran solución para las personas diabéticas y con problemas de obesidad.
Cuenta la historia que en 1879, el joven químico alemán Constantin Fahlberg encontró su cena sumamente dulce y comprobó que este sabor no provenía del alimento que se hallaba ingiriendo, sino de sus propios dedos. Recordó entonces que esa tarde estuvo trabajando en el laboratorio con un derivado del alquitrán, al que patentó rápidamente y denominó **sacarina**.
Lo mismo ocurrió con el caucho vulcanizado. Charles Goodyear (1800-1860) pasó mucho tiempo intentando que el caucho no se hiciera blando y pegajoso durante los días calurosos, y frágil en los días fríos. En 1839, se le cayó sobre el fuego una mezcla de caucho y azufre con la que se encontraba experimentando. Cuando la retiró del calor y perdió temperatura, Goodyear observó que el nuevo material había adquirido la solidez que buscaba, sin perder elasticidad.



1. Lean el texto de estas páginas.
2. Según el texto, los objetivos de los alquimistas eran claros pero concretarlos resultaba una tarea sin fin. Identifiquen esos propósitos y discutan por qué esas metas son inalcanzables.
3. Busquen información sobre otros hallazgos científicos "de chiripa".
4. Piensen y propongan en equipo frases de uso cotidiano con las que se expresan eventos o hallazgos afortunados.

Subsistema tegumentario

La **piel** cubre un área de 2 m^2 y su superficie presenta millones de aberturas en las que se encuentran los pelos y poros donde se abren los conductos de las **glándulas sudoríparas.**

Estas glándulas se encuentran en toda la superficie corporal aunque hay mayor cantidad en las palmas de las manos, las plantas de los pies, los genitales, las axilas y en menor proporción, en la cara. Los **desechos metabólicos** transportados por la sangre ingresan al interior de las glándulas y son eliminados al exterior junto con agua. La composición del **sudor** es similar a la de la orina, pero con menor concentración de sustancias de desecho.

El proceso de eliminación del sudor se llama **transpiración**. A través del sudor se excretan del 5 al 10% de los desechos celulares.

También, en forma continua, se eliminan diariamente alrededor de 0,5 litros de vapor de agua a través de la piel, durante el proceso denominado **perspiración** o **transpiración imperceptible**.

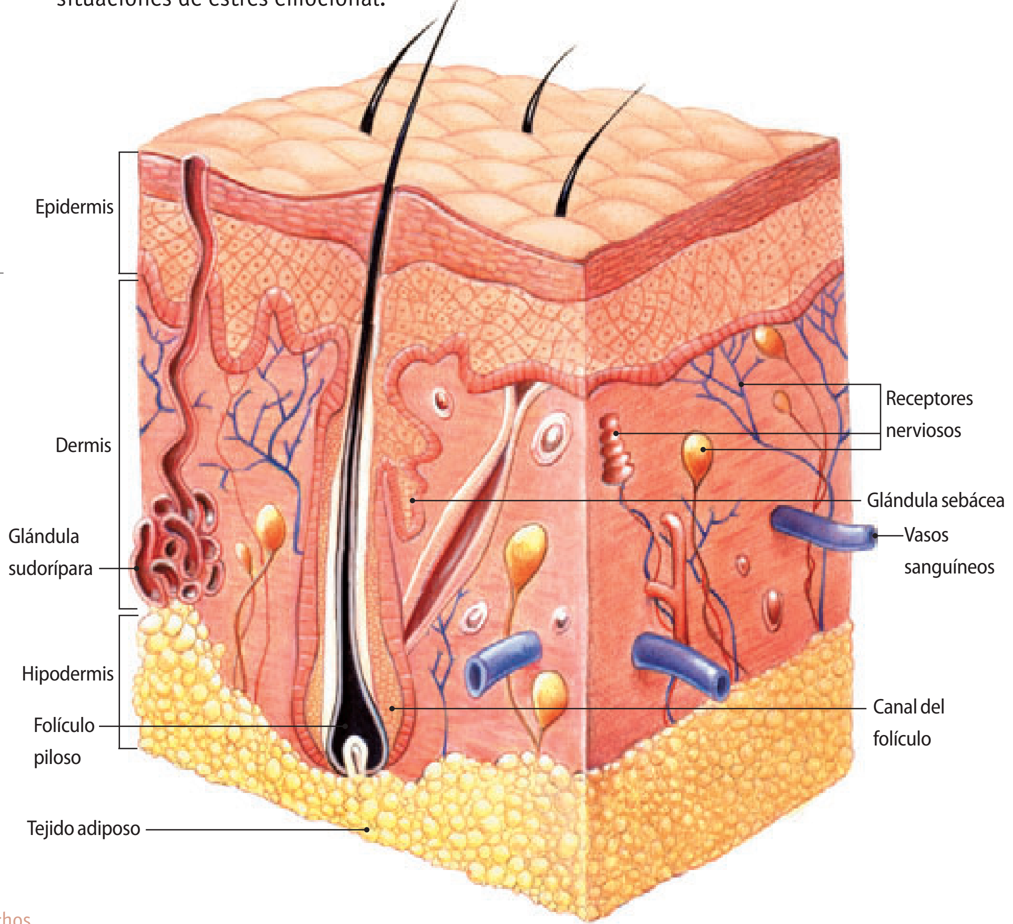
Además, sobre la superficie de la piel abundan poblaciones de bacterias que impiden la proliferación de otros tipos bacterianos perjudiciales para el organismo. Sin embargo, cuando se produce una herida, la población bacteriana cutánea puede llegar a producir infecciones.

El **subsistema tegumentario** también interviene en la regulación de la **temperatura corporal** a través de la eliminación de sudor y en la protección contra la radiación solar.

La secreción de sudor varía de una persona a otra, depende de la actividad física y se encuentra regulada hormonalmente y por el sistema nervioso. De esta manera, las características y la cantidad de sudor pueden variar en distintas etapas de la vida de una persona. Además, el sistema nervioso regula su producción, por ejemplo, en diversas situaciones de estrés emocional.

Desodorantes y antitranspirantes

Comúnmente se cree que el sudor provoca olores desagradables. Sin embargo, los olores producidos por la transpiración se deben a la actividad bacteriana. En las axilas hay diez millones de bacterias por centímetro cuadrado, allí los microorganismos encuentran un medio propicio para su permanencia y reproducción.
La actividad metabólica de las bacterias produce sustancias y gases de desecho que tienen el característico olor desagradable característico.
Actualmente, hay numerosos y variados productos para reducir la transpiración y eliminar su típico olor. Los desodorantes fundamentalmente reducen la cantidad de bacterias y proporcionan un aroma agradable.
En cambio, los antitranspirantes actúan como desodorantes pero, además, reducen notablemente la producción de sudor y pueden resultar nocivos para la salud.





1. Investiguen cómo se clasifican las quemaduras y qué hay que hacer cuando éstas se producen.
2. Elaboren un texto sobre las medidas de seguridad que tiene que tener una casa para evitar quemaduras en los niños.
3. Busquen información sobre las posibles consecuencias de tatuajes realizados sin medidas preventivas.
4. Busquen información sobre el significado que tiene el tatuaje de la piel para la cultura maorí y para nuestra sociedad.

Desequilibrios en la liberación de los desechos

HIPERHIDROSIS La hiperactividad de las glándulas sudoríparas produce **hiperhidrosis**, que puede ser generalizada o localizada en determinadas partes del cuerpo como las manos, las axilas o las plantas de los pies. Esta afección puede producirse por muchas circunstancias: hormonales, obesidad, alcoholemia, estrés nervioso o emocional, entre otras.

La hiperhidrosis localizada genera muchos problemas en determinados ámbitos sociales: origina mal olor, deteriora la ropa y dificulta las interacciones con otras personas. El tratamiento consiste en el lavado diario, la aplicación de sustancias con cloruro de aluminio y bactericidas. También, en casos más comprometidos, se inyecta toxina botulínica para bloquear las terminaciones nerviosas que estimulan las glándulas sudoríparas o se interrumpen en forma quirúrgica los nervios y ganglios de las zonas afectadas.

INSUFICIENCIA RENAL Cuando los riñones pierden la capacidad parcial o total para filtrar y eliminar los desechos del organismo, se presenta un cuadro de **insuficiencia renal**, que causa la acumulación de líquidos en el cuerpo (**edema**) y de urea (**uremia**). La insuficiencia renal es provocada por muy diversas causas, como por ejemplo:

- disminución del flujo sanguíneo: presión arterial baja o hemorragia;
- obstrucción del sistema urinario: por ejemplo, debido a la presencia de **cálculos renales**, formados por la precipitación de cristales principalmente en los riñones o uréteres; e
- inflamación del riñón (**nefritis**).

En la mayoría de los casos, el tratamiento consiste en la **diálisis** o el **transplante renal**.

HEMODIÁLISIS La **hemodiálisis** constituye un proceso alternativo que reemplaza momentáneamente los riñones por un mecanismo extracorpóreo artificial u otra membrana del organismo que cumplan su función. Se realiza haciendo circular la sangre de un paciente por un sistema de tubos con membranas semipermeables, en contacto con un líquido dializador de composición similar al plasma sanguíneo. De esta forma, los desechos celulares presentes en la sangre pasan al líquido dializador hasta que la sangre presente los valores normales de sustancias disueltas en ella.

Otra forma de extraer los desechos tóxicos del organismo es a través de la **diálisis peritoneal**. En la cavidad abdominal, los órganos y la superficie interna de las paredes abdominales están revestidos por una membrana llamada **peritoneo**. En esta técnica, se introduce el líquido dializador en la **cavidad peritoneal** (espacio entre los órganos y las paredes abdominales rodeado por peritoneo muy rico en vasos sanguíneos) a través de un catéter. De este modo, los desechos pasan de la sangre al fluido dializador y éste es eliminado del organismo por un catéter.

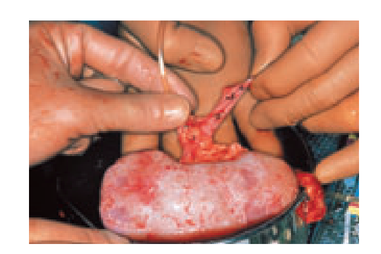


Técnica de diálisis peritoneal.

Transplante renal

El **transplante renal** es un tratamiento terapéutico realizado universalmente para la insuficiencia renal crónica y/o terminal, que implica un deterioro extremo de la función renal que, de no iniciar algún tratamiento sustitutivo, conlleva a la muerte.

En el caso del riñón, un pariente directo vivo de una persona con insuficiencia renal puede donarle ese órgano, debido a que es posible vivir con uno solo.



En los transplantes renales se reemplaza el riñón defectuoso por un riñón sano. Como en la mayoría de los transplantes, la persona transplantada requiere medicamentos para disminuir la respuesta del sistema inmunitario y así, evitar el rechazo del nuevo órgano.



1. Copien la trama conceptual de la página 97 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.



1. Después de la lectura del artículo I:

a. busquen las explicaciones, escríbanlas y analícenlas según las orientaciones de las páginas 94 y 95;
b. busquen información para explicar el tratamiento para la enuresis; y
c. establezcan relaciones entre la explicación del texto y el modelo de regulación hormonal de la página 107.
d. teniendo en cuenta la información del punto anterior, diseñen un modelo para la acción de la HAD en un chico enurético.

2. Después de la lectura del artículo II:

a. busquen las explicaciones, escríbanlas y analícenlas según las orientaciones de las páginas 94 y 95; y
b. establezcan relaciones entre la estructura del sistema urinario femenino y la probabilidad de desarrollo de infecciones.

3. Después de la lectura del artículo III:

a. busquen las explicaciones, escríbanlas y analícenlas según las orientaciones de las páginas 94 y 95;
b. elaboren un esquema conceptual para sistematizar la información.
c. diseñen un modelo para representar las causas de este desequilibrio en el organismo.

4 || LA RAZÓN || SALUD || 29 DE JUNIO DE 2005 — **artículo I**

Enuresis: recomiendan tratarla en adolescentes

En Argentina hay más de 500 mil chicos de entre 5 a 15 años que sufren de un trastorno hormonal llamado enuresis: orinar inconscientemente durante la noche.
Es un problema que afecta psicológicamente a los chicos y provoca preocupación en los padres. Por eso, los especialistas advierten que es muy importante consultar al médico poco tiempo después de que surja.
“Hay que dejar en claro que no es una enfermedad, sino un síntoma. La culpable es la hormona antidiurética, la cual se encarga de pedirle al riñón que no mande orina a la vejiga durante el sueño. En cambio, en los chicos enuréticos, esto no pasa: la vejiga se llena de orina y descargará sin que el individuo se de cuenta”, explicó a La Razón el responsable del servicio de enuresis del hospital Zubizarreta, doctor Clemente Berardi.
El común de la gente entiende que la enuresis es algo cotidiano, por lo cual los padres prefieren esperar a que el síntoma desaparezca solo. Los chicos que siguen amaneciendo mojados acumulan broncas, frustraciones y vergüenza que bajan inmensamente su autoestima y les causan secuelas psicológicas importantes.
Sin un tratamiento adecuado y al dejar que este trastorno desaparezca solo, el 1% de los chicos seguirá con la enuresis después de los 15 años, con lo cual puede afectar su iniciación sexual.

4 || LA RAZÓN || SALUD || 29 DE JUNIO DE 2005 — **artículo II**

Infección del tracto urinario en mujeres

La infección del tracto urinario es una infección que se presenta en la vejiga, los riñones y en la uretra. Cuando la infección es en la vejiga recibe el nombre de cistitis y cuando se desarrolla en la uretra se denomina uretritis, Se llama pielonefritis si la infección se desplaza hacia los riñones. La infección del tracto urinario puede ser un problema frecuente, especialmente en aquellas mujeres que tienen relaciones sexuales.
La infección del tracto urinario es causada por gérmenes. Éstos ingresan generalmente a través de la uretra y se desplazan hacia el tracto urinario. Las bacterias pueden entonces infectar la uretra, la vejiga o los riñones.
Limpiarse de atrás hacia delante después de hacer pis o caca, tener relaciones sexuales, estar embarazada, sufrir diabetes, y retener la orina por mucho tiempo, son algunos factores que facilitan la adquisición de una infección urinaria.
Algunas mujeres afectadas por esta enfermedad pueden no presentar síntomas, pero es común que las personas consulten al médico por sentir ardor o dolor al orinar, orinar con frecuencia o tener la sensación de “quedarse con ganas” después de ir al baño.
La infección en los riñones suele presentar dolor de espaldas o en el estómago.
Generalmente, este tipo de patología se diagnostica con un simple examen de laboratorio y es tratado con antibióticos. Es importante realizar la consulta a un médico para que se planifique y se lleve a cabo un tratamiento adecuado.

La litiasis en busca de su etiología

La observación microscópica de la orina revela que algunos cristales como el oxalato o el fosfato de calcio y ciertos tipos de uratos, son excretados normalmente por sujetos sanos; se trata del fenómeno conocido como cristaluria.

Curiosamente, la mayoría de los cálculos renales propios de la enfermedad litiásica –del griego lithos, piedra, así como en latín, calculus, piedrecilla– están compuestos por estos mismos minerales.

La existencia de una fase mineral sólida en la orina, que en algunos casos es normal o fisiológica y en otros se transforma en patológica, es, probablemente, la causa por la que la litiasis ha fascinado a la profesión médica desde la antigüedad.

El cálculo más grande de que se tenga noticia es un cálculo vesical de casi un kilogramo de peso. Indudablemente un cálculo de estas características es memorable, pero si lo que queremos es aprender algo sobre la litiasis, para poder así tratarla, lo que hemos de preguntarnos es, en realidad, qué tan pequeño puede ser un cálculo o, en otras palabras, cuándo la cristaluria se transforma en enfermedad litiásica.

En los últimos veinte años se han realizado notables avances en el conocimiento de la fisiopatología de esta enfermedad, avances que han resultado en el desarrollo de protocolos para el diagnóstico de alteraciones metabólicas asociadas a la formación de cálculos, en el estudio y comprensión de los mecanismos físico-químicos de la cristalización urinaria, y en la existencia de los llamados inhibidores de la cristalización.

Se han logrado así nuevas y mejores alternativas terapéuticas para el tratamiento de la litiasis renal, lo que transformó una patología de incumbencia casi totalmente quirúrgica en un problema de tratamiento médico clínico, circunstancia de incalculable significación ya que la enfermedad litiásica está signada por el concepto de recidiva. En efecto, la persona que ha desarrollado un cálculo renal no resuelve su problema por el hecho de que se lo haya extirpado quirúrgicamente o eliminado por medio de las nuevas técnicas de litotricia extracorpórea, ya que casi fatalmente formará un nuevo cálculo, a menos que sea evaluado metabólicamente y se instaure una terapéutica que neutralice la alteración que lo originó.

Para comprender cómo las diferentes alteraciones metabólicas pueden dar lugar a la enfermedad litiásica, es preciso conocer el proceso de formación de los cálculos renales.

Los mecanismos detallados de esta formación aún no se conocen, pero cualesquiera que estos sean, no pueden escapar a los mecanismos generales de toda transformación de fase líquida (la orina) en sólida (el cálculo).

Ejemplo ilustrativo son los cálculos de oxalato de calcio, habida cuenta de que el 70% de los cálculos formados tienen esta composición.

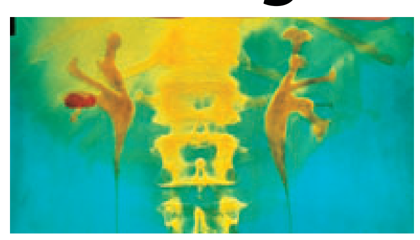
El oxalato de calcio es una sal de calcio. Pero aun sin conocimientos de físico-química, sabemos empíricamente que cuando agregamos una sal soluble a un líquido, llega un momento en que ésta no se disuelve más. Este estado se conoce como supersaturación.

Cuando una orina está hiposaturada con respecto a la sal que forma los cálculos, estos se disolverán; cuando está saturada no se formarán nuevos cálculos pero los preexistentes no sólo no se disolverán sino que podrán crecer por agregación de cristales; cuando está supersaturada los cálculos presentes podrán crecer y pueden ocurrir nuevas precipitaciones en el caso de que se supere un límite experimental llamado "límite metaestable".

Los mecanismos generales de transformación de fase líquida a sólida están presentes en la formación de un cálculo: iniciación de la precipitación, crecimiento cristalino y agregación de los cristales.

Como vimos anteriormente, la supersaturación es función de la concentración del soluto, en nuestro ejemplo, de la concentración urinaria de calcio y de oxalato.

Cualquier alteración que conduzca a un aumento de la concentración de calcio u oxalato en la orina está favoreciendo, entonces, la formación de un cálculo. De este modo tenemos definidas las alteraciones metabólicas más frecuentemente diagnosticadas en los pacientes formadores de cálculos de oxalato de calcio: la hipercalciuria y la hiperoxaluria.



Radiografía que muestra litiasis renal



Cálculos renales

Otras alteraciones trabajan en sentido inverso. La orina es un líquido muy complejo y contiene en solución numerosos iones que se pueden combinar para formar complejos solubles. Por lo tanto, el déficit en orina de ciertos iones puede conducir a tener más calcio u oxalato libre o iónico; tal es el caso del citrato y el magnesio que compiten con el oxalato por la unión con el calcio y con el calcio por el oxalato, respectivamente. Este es el modo de acción de la hipocitraturia y la hipomagnesuria, alteraciones metabólicas de hallazgo frecuente.

Similares apreciaciones pueden hacerse respecto a las litiasis no cálcicas, como en el caso de alteraciones en el metabolismo del ácido úrico, que conducen a la litiasis úrica mediante el aumento de la excreción urinaria de este ácido orgánico.

José R. Zanchetta y César E. Bogado
Facultad de Medicina,
Universidad de Buenos Aires

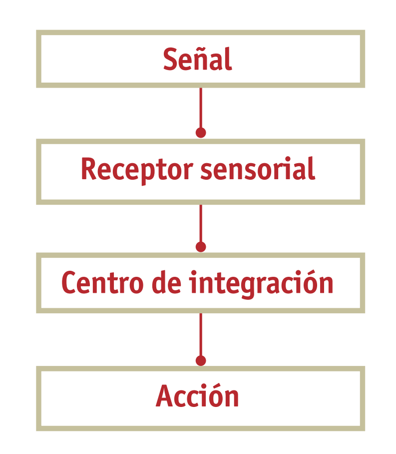
Ciencia Hoy **Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy, Vol.1, N° 1, diciembre-enero, 1989.**

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

5

RELACIÓN CON EL MEDIO INTERNO Y EXTERNO

Las señales y los receptores



En el organismo hay variedad de órganos y estructuras mediante las cuales se relaciona con el medio externo e interno. Dichos órganos y estructuras están conformados por células especializadas en la captura de información que proviene del medio externo e interno.

Aquellos cambios que se producen dentro o fuera del cuerpo, y que somos capaces de percibir, se denominan **señales** o **estímulos**.

La luz, el sonido, la temperatura, determinadas sustancias químicas y la presión, son señales que ingresan en el organismo a través de estructuras específicas, los **sensores** o **receptores sensoriales**.

Los ojos, los oídos y la lengua, por ejemplo, son órganos receptores de la luz, del sonido y de ciertas sustancias químicas, respectivamente.

Además de la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto, el organismo cuenta con otros receptores sensoriales, como los que captan la gravedad, el equilibrio, la temperatura, el estiramiento de los músculos, de los tendones, y la composición y presión sanguínea.

En los receptores sensoriales, las señales se transforman en información (**impulsos nerviosos**) que transita por los nervios hacia los **centros de integración**, donde se la interpreta y elabora la **respuesta** o **acción** adecuada.

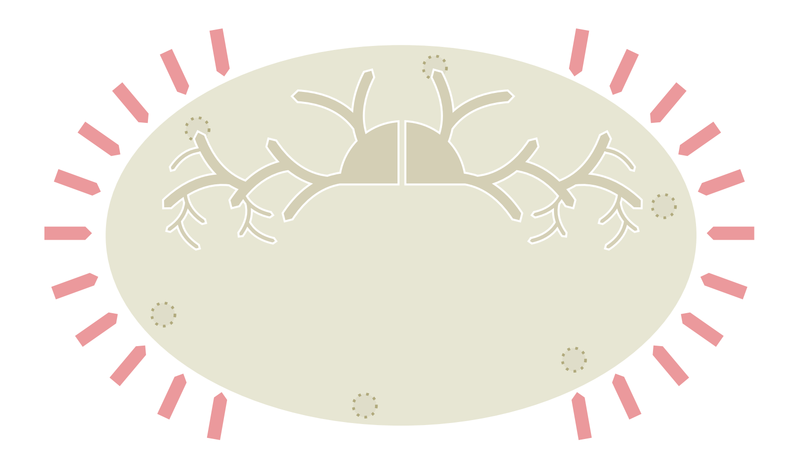
En los centros de integración, principalmente en el **cerebro**, el impulso nervioso se transforma en una **sensación** específica.

Las sensaciones se producen cuando los centros de integración reconocen la información que llega por los nervios desde los receptores. Por eso en la percepción del medio interno y externo interactúan los receptores sensoriales y el **sistema nervioso**.

Memoria
Procesamiento de la información
Sensaciones
Propagación de la información
Sistema nervioso
Señales
Receptores
Organismo humano
Homeostasis
Sistema urinario
Inspiración
Micción y transpiración
Sistema respiratorio
Ventilación pulmonar
Desechos metabólicos
Desaminación
Ingestión
Hematosis
Sistema tegumentario
Espiración
Respiración celular
Sistema digestivo
Oxígeno
Digestión
Síntesis proteica
Nutrición
Dióxido de carbono
Citoplasma y organoides
ARN
Nutrientes
ADN
Agua
Membrana plasmática
Células
Núcleo
Sistema circulatorio
Transporte pasivo
Digestión intracelular
Absorción
Coagulación
Sangre
Intercambio de nutrientes y desechos
Transporte activo
Linfa
Sistema inmunológico
Circulación mayor y menor
Circulación intracelular
Sistema linfático
Exportación y secreción

Los **órganos de los sentidos** son receptores que nos relacionan con el entorno porque detectan señales del medio exterior.

Nuestro organismo no cuenta con órganos especializados que perciban señales del medio interno. Sin embargo, tiene receptores sensoriales específicos en sus órganos y tejidos, como las vísceras, los músculos, los tendones y las articulaciones, que informan acerca del estado interior del cuerpo.



El canto de los pájaros, las voces de dos personas conversando, el semáforo en rojo, el auto que pasa, el sabor de un rico postre, el olor de un perfume, la suavidad del algodón, el frío de las sábanas en una noche de invierno, el deseo de orinar y el hambre son sensaciones provocadas por señales específicas, como la luz, el sonido, la presión y la temperatura.

Los sentidos y la filosofía clásica

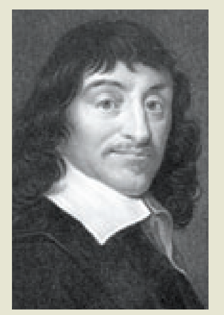
Desde siempre la humanidad buscó respuestas sobre cómo perciben el mundo que los rodea. Conocer el mundo que nos rodea fue el motor que permitió el desarrollo del pensamiento humano. Filósofos, psicólogos y biólogos estudiaron desde distintas perspectivas el fenómeno de la percepción con el objetivo de poder explicar cómo capturamos la realidad externa e interna.

Un conjunto de estudios en fisiología y anatomía humana desataron grandes discusiones sobre un importante cuestionamiento filosófico: ¿existe la realidad que percibimos o solo se trata de un producto de nuestra mente.



Para Aristóteles, filósofo griego que vivió entre 384 a.C. y 322 a.C., nada podía conocerse sino era a través de los sentidos. Bajo esta premisa, funda la corriente de pensamiento denominada **empirismo**, que sostenía que tanto la filosofía como el resto de las ciencias debían partir de experiencias sensibles, de las sensaciones que ofrece el mundo. El origen del conocimiento son los sentidos.

Para Platón (428 a.C.-348 a.C.), maestro de Aristóteles, del mundo no captamos más que un conjunto de sombras, porque "los sentidos nos engañan". La postura de este filósofo griego se denomina **racionalismo** porque considera que todo surgía de las ideas, de la razón.



René Descartes fue un filósofo francés que vivió entre 1596 y 1650. Como racionalista, sostenía que solo podía estar seguro de una cosa: de su pensamiento.



Opuesto a Descartes, el filósofo inglés David Hume (1711-1776) creía que el conocimiento humano consiste en impresiones e ideas formadas a partir de lo que los sentidos nos informan.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA Y EL ARTE

La sonrisa de la Gioconda

Además de informarnos sobre el medio externo, los sentidos nos permiten disfrutar de manifestaciones artísticas como la música y la pintura.

Sin embargo, el arte puede "engañar" nuestros sentidos. La pintura, por ejemplo, es una forma elegante y sutil de engaño, que juega con uno de los sentidos que erróneamente consideramos más "fiables": la vista.

La Gioconda es un icono para el arte del mundo moderno y contemporáneo. En ella se unen todas las características de la pintura de su creador, Leonardo da Vinci (1452-1519).

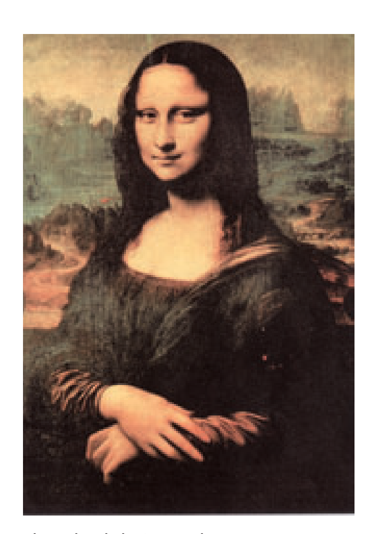
Esta obra es el retrato de una mujer de 24 años, llamada Lisa Gherardini, esposa de Francesco del Giocondo.

Leonardo no dejó de trabajar en la pintura hasta su muerte. El rasgo más conocido del retrato es su misteriosa y seductora sonrisa.

En la Universidad de Harvard, en 2003, la prestigiosa neurocientífica Margaret Livingstone atribuyó el efecto mágico en la boca del retrato, a la manera como nuestros ojos y cerebro procesan la imagen. La sonrisa aparece solo cuando la visión periférica recibe las sombras que proyectan las mejillas.

El ojo humano tiene una visión central, especializada en el reconocimiento de los detalles; y otra periférica, menos precisa, pero más adecuada para reconocer las sombras.

Para crear la sonrisa, Da Vinci usó aquellas sombras que vemos mejor con nuestra visión periférica. Por eso para ver sonreír a la Gioconda, la boca debe quedar en el campo de la visión periférica, mirando sus ojos o cualquier otra parte de la pintura.



El cuadro de la Gioconda es pequeño: 77 cm por 53 cm. Se encuentra en el Museo del Louvre, protegido por un vidrio antibalas y rodeado de cientos de turistas.

Clasificación de los sensores

De acuerdo con el lugar donde es captada la información, los sensores son clasificados como:

- **exteroceptores**: son sensores que perciben información del exterior del cuerpo, como los órganos de los sentidos (vista, oído, tacto, olfato y gusto);
- **interoceptores**: son sensores que reciben información de las vísceras. Por ejemplo, la dilatación de la vejiga urinaria es una señal que se transforma en la sensación de querer orinar; una intensa contracción del intestino o del estómago, puede provocar dolor abdominal o sensación de hambre, respectivamente;
- **propioceptores**: son sensores que captan información de los músculos, las articulaciones y los tendones. La tensión de ciertos músculos y articulaciones son señales que nos permiten conocer la posición de las diferentes partes de nuestro cuerpo.

Exteroceptores u órganos de los sentidos

Entre las señales del medio externo, los humanos solo podemos percibir la luz blanca, el sonido, algunas sustancias químicas, y cambios de temperatura y de presión.

Según el tipo de señal que captan, los exteroceptores se clasifican en:

- **fotorreceptores**: son sensores de las ondas luminosas que componen la luz blanca. Los ojos son fotorreceptores;
- **quimiorreceptores**: son sensores de sustancias químicas disueltas en gases, como el aire, líquidos, como las bebidas, y sólidos, como muchos alimentos. El **epitelio olfatorio** y las **papilas gustativas** son quimiorreceptores;
- **termorreceptores**: son sensores de variaciones de temperatura. Están ubicados en toda la piel, la lengua y otros órganos internos.
- **mecanorreceptores**: son sensores de estímulos mecánicos. El oído capta las vibraciones del aire, la piel posee receptores sensibles a la presión.





Las construcciones humanas se perciben principalmente por la vista y el oído. Las señales, por ejemplo, son invenciones imprescindibles para transitar por la ciudad y han sido diseñadas para personas que pueden ver y oír. Sin embargo, hay algunas que han sido ideadas para las personas que tienen esas capacidades disminuidas.



1. Elaboren una lista de señales viales que no pueden ser percibidas por personas con capacidad visual o auditiva disminuida.
2. Imaginen el diseño de aparatos que resolverían el problema de desplazamiento de esas personas por calles y avenidas.
3. Piensen en la ubicación más adecuada para esos aparatos.
4. Busquen información sobre dispositivos que usan las personas con capacidades auditivas y visuales disminuidas.
5. Averigüen cómo se mide la intensidad del sonido y qué valores son dañinos para la audición humana.
6. Busquen información sobre Louis Braille, su sistema de lectura para las personas no videntes, y la particularidad de las máquinas de escribir llamadas *Hall Braille*.

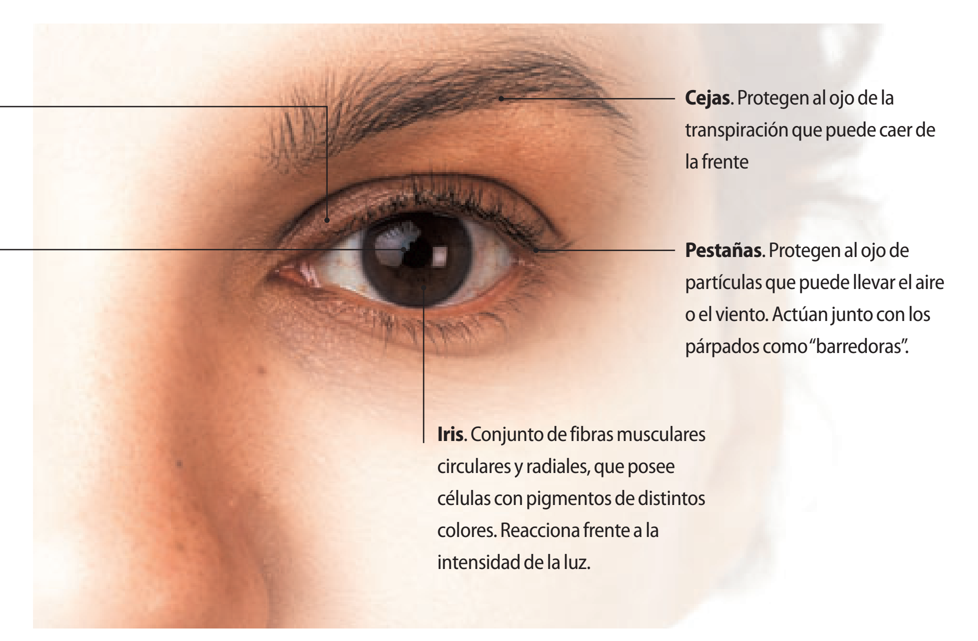
LA VISIÓN

La vista es el sentido por el cual los seres humanos obtienen información a partir de la luz del ambiente. Sin luz es imposible ver y, si el sentido de la vista falla, la luz del ambiente no es condición suficiente para ver.

A diferencia de muchos animales, que tienen los ojos en los costados de la cabeza, los humanos los tenemos al frente del rostro. La ubicación frontal de los ojos nos permite ver en tres dimensiones.

Párpados. Protegen el ojo manteniéndolo húmedo. Cuando se abren y cierran distribuyen las lágrimas sobre su superficie.

Pupila. Orificio central del iris. Se abre cuando hay poca luz y se cierra frente al aumento de la luminosidad. A través de la pupila la luz ingresa al interior del globo ocular.



Cejas. Protegen al ojo de la transpiración que puede caer de la frente

Pestañas. Protegen al ojo de partículas que puede llevar el aire o el viento. Actúan junto con los párpados como "barredoras".

Iris. Conjunto de fibras musculares circulares y radiales, que posee células con pigmentos de distintos colores. Reacciona frente a la intensidad de la luz.

Coroides. Membrana media del globo ocular, oscura y muy vascularizada. Recibe gran cantidad de sangre que nutre los tejidos del ojo.

Retina. Capa interior del ojo, constituida por células nerviosas receptoras de ondas luminosas.

Nervio óptico. Las células receptoras de la retina están conectadas con las fibras del nervio óptico en la parte posterior del ojo. Este nervio conduce los impulsos nerviosos al cerebro, donde serán decodificados.

Músculos ópticos. Dirigen la orientación del globo ocular.

Humor vítreo. Material transparente viscoso y gelatinoso, cuya densidad también provoca la refracción de la luz que ingresa al ojo.

Cuerpos ciliares. Sostienen al cristalino.

Humor acuoso. Material viscoso que provoca refracción de los rayos que entran al ojo.

Córnea. Membrana anterior, transparente y húmeda del ojo. Provoca cierta refracción de la luz.

Cristalino. Estructura elástica similar a una lente, ubicada detrás de la pupila. Cuando la luz lo atraviesa, la refracción provoca la inversión de la imagen. Está sostenido por músculos que al contraerse lo estiran y al relajarse lo engrosan. Estos fenómenos producen el enfoque de la imagen sobre la retina.

Esclerótica. Membrana externa del ojo, de color blanco. En ella se insertan los músculos que mueven al ojo. Tiene una consistencia firme, que da forma al globo ocular por sus abundantes fibras de colágeno.

Cuando la luz incide sobre un objeto, parte de ella se refleja y puede llegar hasta la retina de los ojos. Esta es una condición necesaria para percibir los objetos.

Si la luz tiene la suficiente intensidad, pueden verse la forma y los colores del objeto. Si la luz es tenue, solo se ve la forma del objeto.

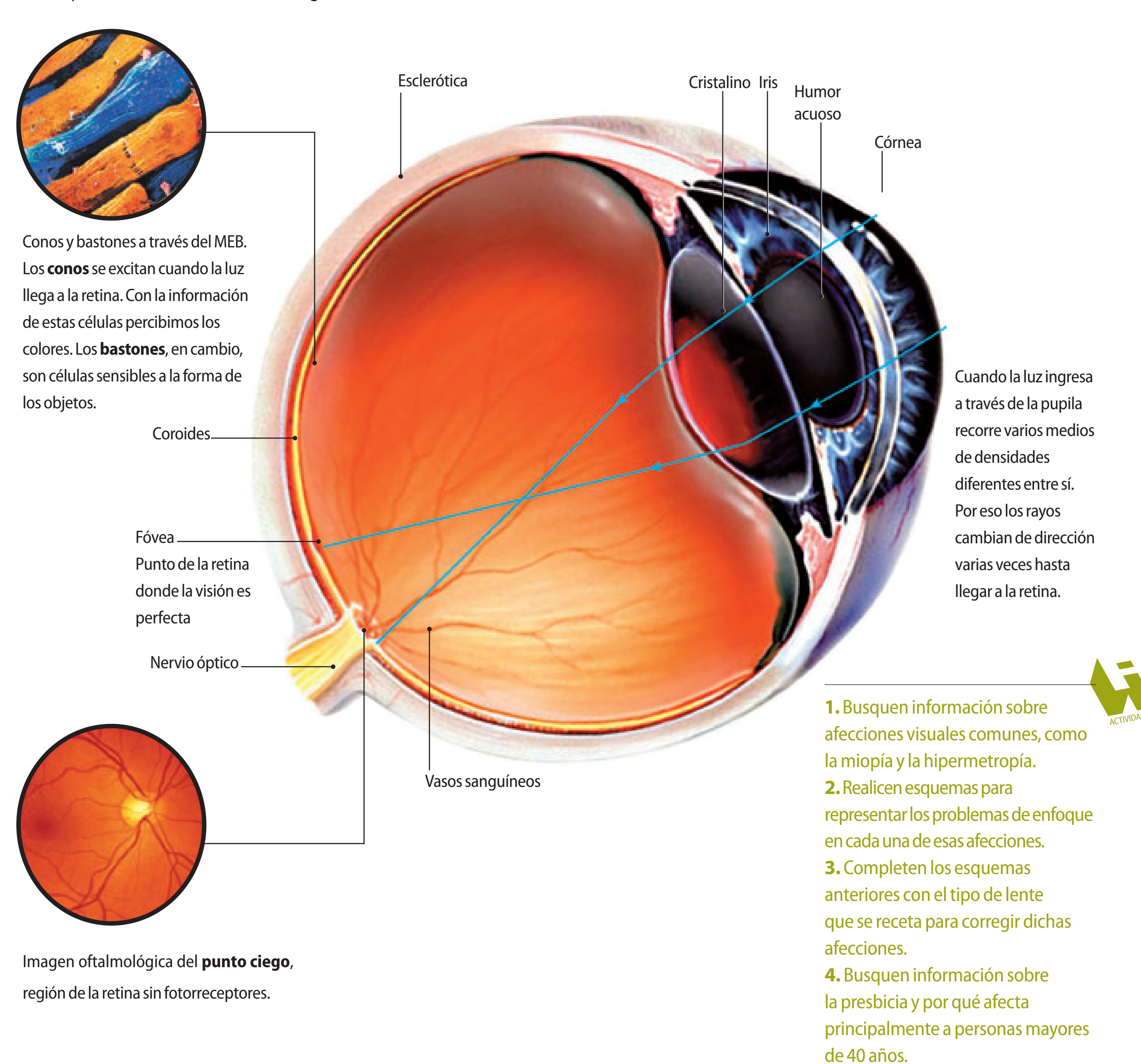
La visión de los colores es posible por un grupo de fotorreceptores, los conos, que se encuentran en la retina y no se excitan con poca luz.

Los bastones son otros fotorreceptores más sensibles con las que se percibe la forma de los objetos en tonos de gris. Esto sucede, por ejemplo, en las situaciones en las que se está en penumbras: lo que se ve son formas, sin distinguir colores.

El ingreso de la luz en el ojo y su captura por los receptores, no conforman las imágenes que vemos. Para ver, la información que aportan los fotorreceptores debe llegar al lóbulo occipital del cerebro. En esta región cerebral se produce la interpretación de esta información, que se transforma en una imagen.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

- La distribución de los pigmentos en el iris es tan personal como las huellas digitales. Por eso algunos sistemas de seguridad usan esta particularidad como código de identificación.
- Los 6 músculos que producen el movimiento de cada ojo son los más precisos de todo el cuerpo.
- La retina de cada ojo contiene aproximadamente 125 millones de fotorreceptores.



Conos y bastones a través del MEB. Los **conos** se excitan cuando la luz llega a la retina. Con la información de estas células percibimos los colores. Los **bastones**, en cambio, son células sensibles a la forma de los objetos.

Imagen oftalmológica del **punto ciego**, región de la retina sin fotorreceptores.

ACTIVIDADES

1. Busquen información sobre afecciones visuales comunes, como la miopía y la hipermetropía.
2. Realicen esquemas para representar los problemas de enfoque en cada una de esas afecciones.
3. Completen los esquemas anteriores con el tipo de lente que se receta para corregir dichas afecciones.
4. Busquen información sobre la presbicia y por qué afecta principalmente a personas mayores de 40 años.

Página 32 / CLARÍN / SOCIEDAD / MIÉRCOLES 6 DE ABRIL DE 2005

EXPERIMENTO EN LOS ESTADOS UNIDOS

Un científico logró crear un ojo biónico que permitiría recuperar parte de la visión

Es una minicámara de video colocada sobre lentes, que se conecta a un chip detrás del ojo. Varios participantes de las pruebas, con ceguera parcial, pudieron ver puntos.

Un científico holandés radicado en los Estados Unidos creó una especie de ojo biónico que, a medida que continúe desarrollándose, **podría permitir a las personas ciegas lograr una considerable independencia en su movilidad**.

El invento fue presentado en Londres, durante la Conferencia Anual del Instituto Real Nacional para Ciegos. Los ensayos con humanos con vistas a una futura comercialización comenzarían el año próximo.

A partir de su formación en física, el profesor Gislin Dagnelie pasó a la fisiología. Desde 1986 trabaja en el Centro de Rehabilitación e Investigación sobre la Vista del Instituto Oftalmológico Wilmer, que depende de la Universidad Johns Hopkins de Baltimore (Estados Unidos).

Su invento incluye una **minicámara de video** colocada en los lentes de la persona; esa cámara está conectada a un chip de computadora que se introduce detrás del ojo humano, y que estimula al nervio óptico. Las imágenes capturadas por la cámara son traducidas por el microchip a impulsos eléctricos, que el cerebro puede interpretar como imágenes.

Esta prótesis visual se basa en el estímulo de las fases cercanas del "camino" visual que se hallan intactas (retina interna, nervio óptico, córtex visual). La estimulación eléctrica de la retina provoca **fosfenos**. Un fosfeno es la percepción de un destello luminoso, que se produce por la estimulación mecánica de la retina, en ausencia de un estímulo visual.

Los fosfenos pueden trazar en el cerebro una figura similar a la que se ve en el tablero electrónico de un estadio, donde letras y figuras son producto de una serie de lamparitas que se encienden y se apagan.

El desarrollo de este ojo biónico ayudará a restablecer parcialmente la visión a personas ciegas o con una grave disminución visual a causa de enfermedades o de accidentes.

Hasta la fecha, el dispositivo sólo ha logrado producir **puntos o series de puntos**. "El implante retinal contiene **electrodos pequeñísimos**. Si se estimula un solo electrodo, la persona podrá ver un solo punto de luz", explicó Dagnelie.

El científico ha trabajado con pacientes con visión disminuida, entrenándolos para que reconocieran el tipo de imágenes que crearía la cámara, consistentes en **puntos** y **rayas**. "La primera vez que las vieron, dijeron que las imágenes eran horribles y que no podían ver nada, pero con el tiempo las cosas fueron cada vez mejor", contó.

Dagnelie ha estado colaborando con una empresa de California, Second Sight, que ha probado un sistema primitivo que permite a las personas ciegas **diferenciar entre líneas horizontales y verticales**.

Hasta el momento, el número máximo de electrodos experimentados ha sido 16, pero la empresa espera probar con un sistema más complicado que podría incluir unos 100 electrodos, en el lapso de los próximos doce meses.

Dagnelie afirma que la calidad de las imágenes iría mejorando con el tiempo, pero se maneja con cautela: "Es probable **que lleve cerca de veinte años desarrollar una versión utilizable que permita reconocer un rostro**. Pero para reconocer dónde se encuentra uno –algo así como una puerta en una habitación– puede hacer falta menos, de cinco a diez años".

El ojo artificial sólo podrá ser implantado a pacientes cuyo nervio óptico continúe funcionando. Pero el investigador advierte que **es difícil que le sirva a personas adultas que nacieron ciegas**, ya que es probable que sus cerebros no reconozcan las imágenes producidas. En cambio, **un chico ciego de nacimiento sí podría ganar algo de visión**.

Otros científicos trabajan en un dispositivo similar, que utiliza implantes en el cerebro. En un experimento, un hombre ciego fue capaz de conducir un auto alrededor de un parque, ya que el dispositivo generó suficientes áreas de luz y de sombra como para permitirle esquivar obstáculos.

Anita Lightstone, a cargo del área de disminución visual del Instituto Real Británico para Ciegos, consideró que el invento de Dagnelie es una tecnología revolucionaria. "Es un paso más para ayudar a la gente que ha perdido la vista. Queda un largo camino por recorrer, pero es muy apasionante y realmente tiene el **potencial** de cambiarle la vida a la gente –comentó–. Pero todos tendrán que aceptar que es algo que sucederá en el futuro, y no en los próximos dos años."



1. Relean el artículo y escriban un texto descriptivo para comparar el funcionamiento del ojo biónico con el de una filmadora.

2. Elaboren una lista de las causas por las que no será posible desarrollar el invento en poco tiempo.

3. Busquen información sobre nuevas tecnologías diseñadas para reparar disfunciones ópticas y auditivas.

LA AUDICIÓN

El oído es el sentido que permite deleitarnos con la música y que usamos para comunicarnos.

A veces, los sonidos no son agradables ni deleitan, sino que son molestos y pueden lastimar, porque el oído es un órgano muy delicado que capta vibraciones del aire. Si las vibraciones son violentas, pueden llegar a lesionar estructuras componentes del órgano auditivo.

Los oídos son dos y se encuentran a ambos lados de la cabeza. Por fuera están los pabellones auriculares u **orejas**, formados casi en su totalidad por tejido cartilaginoso, con los repliegues característicos de cada oreja. Ninguna oreja tiene la misma forma que otra, aúnque pertenezcan a la misma persona.

Como si fueran un embudo, las orejas dirigen el sonido hacia el **orificio auditivo**.

Toda la estructura del oído está enclavada en el hueso temporal. Esto hace que la audición también esté influida por la vibración que los huesos del cráneo reciben del medio. Cuando hablamos percibimos nuestra propia voz de modo diferente al que sentimos cuando nos escuchamos en una grabación. Esto sucede porque el cráneo actúa como caja de resonancia.

La audición y el resfrío

Cuando estamos resfriados, se produce mayor cantidad de moco en las vías aéreas. Este fenómeno interrumpe la comunicación entre faringe y oído medio, por lo tanto, la presión a ambos lados del tímpano no es la misma. La desigualdad de presiones es muy molesta, provoca zumbidos y modifica la audición. A veces esta molestia puede ser remediada provocando el bostezo, tragando o soplando con fuerza por la nariz, para que esas presiones se igualen.

Pabellón u oreja y conducto auditivo externo. Concentran el sonido y lo conducen hasta el tímpano. En el conducto hay pelos y glándulas productoras de cera, que protegen el interior del oído.

Huesecillos (martillo, yunque, estribo). Son los huesos más pequeños del cuerpo y están dispuestos de tal forma que se mueven cuando el tímpano lo hace. Ese movimiento se transmite de un hueso al otro, en una especie de "ola" vibratoria amplificada que avanza hacia el oído interno.

Vestíbulo óseo. Sus dilataciones membranosas poseen receptores que informan sobre la posición del cuerpo y permiten mantener el equilibrio.

Tímpano. Membrana que separa el oído externo del medio. Es flexible y vibra de acuerdo con la intensidad del sonido, como el parche de un tambor.

Conductos semicirculares. Sus receptores informan sobre los movimientos y posición de la cabeza.

Sistema coclear, caracol o cóclea. Conducto lleno de un fluido llamado linfa. En su pared interna hay una región compuesta por células con cilias, el órgano de Corti, especializadas en captar las vibraciones que la linfa recibe de los huesecillos del oído medio. Estas células transforman las vibraciones en impulsos nerviosos.

Ventana oval. Está ocupada por la membrana del mismo nombre y unida al estribo. Constituye el límite entre el oído interno y el medio. Recibe de los huesecillos la vibración amplificada.

Trompa de Eustaquio. Es un conducto que comunica la faringe con el oído. Mantiene iguales la presión del aire a ambos lados del tímpano.

Nervio auditivo. Los impulsos transitan por el nervio auditivo hasta el cerebro, donde se elabora la sensación auditiva.

OÍDO EXTERNO · OÍDO MEDIO · OÍDO INTERNO

1 · 2 · 3

1. Martillo.
2. Yunque.
3. Estribo.

Estribo en tamaño real.

EL GUSTO Y EL OLFATO Tanto el olfato como el gusto son sentidos que detectan sustancias o **señales químicas** disueltas en agua. Por eso es muy importante la presencia de humedad, tanto en el interior de la nariz como en la lengua.

En la nariz, la humedad está presente en el **mucus** o **moco** que se produce en su interior. Las señales químicas que llegan dispersas en el aire, se disuelven y toman contacto con un tejido especializado en ese tipo de percepción.

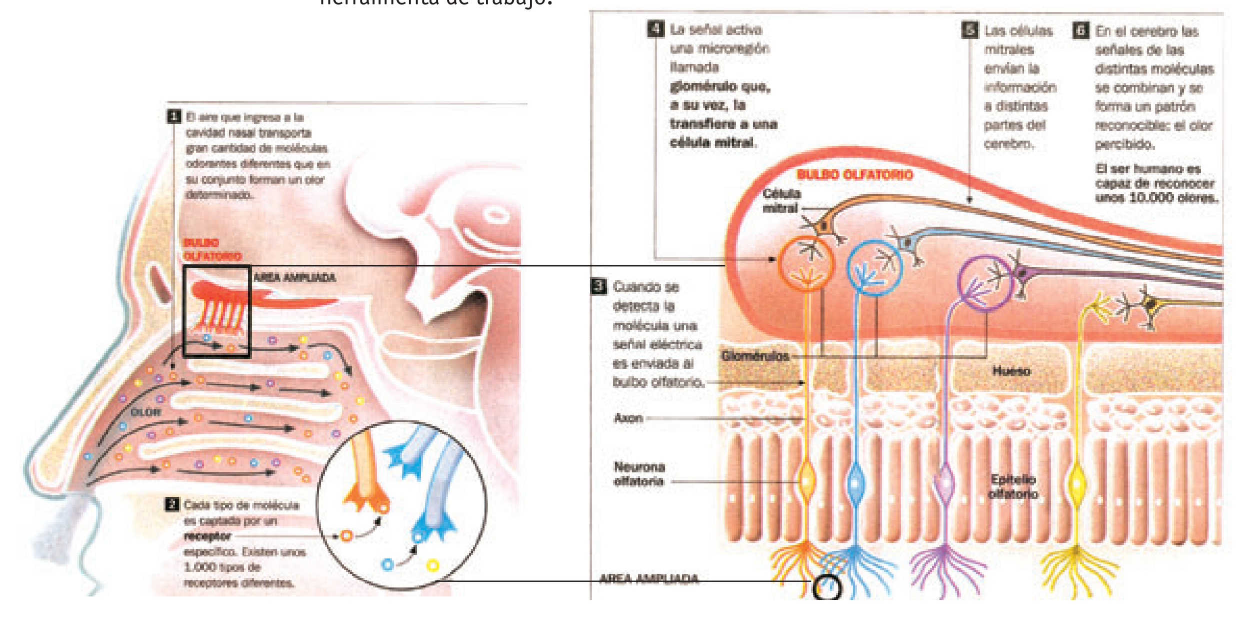
El olfato es el sentido cuyas sensaciones son más difíciles de describir. Por ejemplo, para describir un olor, siempre se lo relaciona con un sabor (*olor dulce*); con algo conocido (*olor a naranjas* u *olor a mar*); o a una sensación de la piel (*olor suave*).

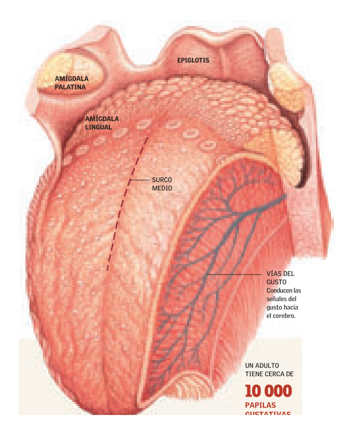
A veces, las personas describen sabores que jamás han probado pero que pertenecen a cosas que sí han olido. De esta manera, se puede decir *esta ensalada tiene gusto a pasto* o *esto sabe a naftalina*, aúnque jamás los hayan probado. La posibilidad de hacer estas descripciones está dada por la relación entre los sentidos del gusto y del olfato.

No obstante, el olfato es el sentido más **pregnante**, es decir, una vez que se huele algo que llama la atención, cuando vuelve a sentirse ese olor, se recuerda la primera vez que fue percibido. El cerebro registra y almacena por mucho tiempo estas sensaciones.

Muchas industrias dependen de este sentido para la elaboración de sus productos y para algunos profesionales, como los enólogos, los perfumistas y los cocineros, el olfato es su herramienta de trabajo.

El gusto, el olfato y el resfrío
Es habitual que, al estar resfriados, no podamos percibir olores ni sabores.
Este fenómeno ocurre porque el moco producido en esta situación impide que las señales químicas lleguen a los receptores del olfato.
Dado que el sentido gusto está muy relacionado con el olfato, el cerebro no puede procesar la información sobre el sabor.





En la lengua, la **saliva** disuelve las sustancias químicas que dan sabor a las comidas y bebidas.

Las **papilas gustativas** son prolongaciones epiteliales que contienen terminaciones nerviosas de células que perciben señales químicas. Las papilas están distribuidas sobre la superficie de la lengua y tienen formas variadas.

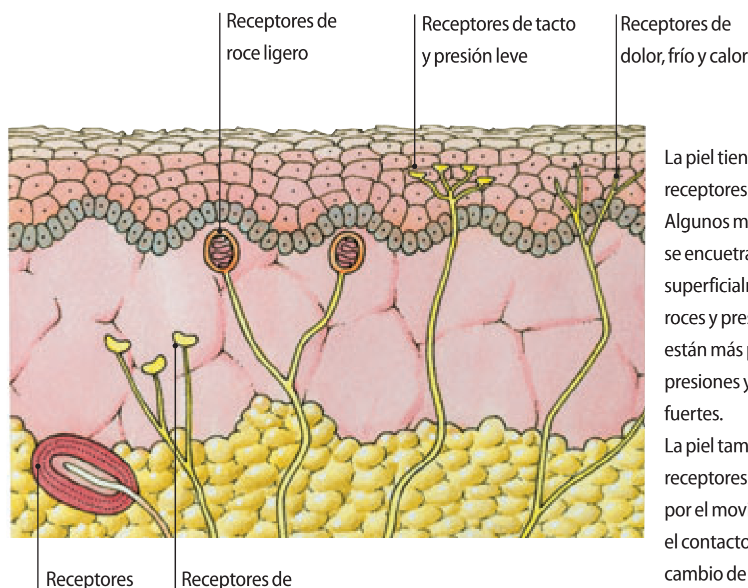
Hasta hace algunos años, se pensaba que la lengua tenía zonas especializadas en la percepción de cuatro sabores: salado, dulce, agrio y amargo. En la actualidad, se sabe que los sabores se perciben de igual forma en toda la superficie de la lengua y que las papilas tienen un papel más importante a nivel táctil que a nivel del gusto, ya que en esta percepción interviene en, gran medida, el olfato.

EL TACTO

La **piel** es el órgano más extenso del cuerpo. Contiene numerosas terminaciones nerviosas que perciben señales mecánicas y de variación de la temperatura. A través de estas señales sentimos frío, calor, aspereza, suavidad, rugosidad, dolor, presión, etcétera.

Si bien la piel tiene receptores en toda su extensión, su distribución no es homogénea, varía en cada región del cuerpo. Por ejemplo, en la yema de los dedos hay docenas de células sensibles por centímetro cuadrado. En cambio, en la espalda puede haber menos de un sensor por centímetro cuadrado.

Debido a la gran cantidad de señales que puede detectar la piel, el tacto es considerado como un sentido compuesto.



La piel tiene variedad de receptores.
Algunos mecanorreceptores se encuetran más superficialmente y detectan roces y presiones suaves. Otros están más profundos y captan presiones y estiramientos más fuertes.
La piel también tiene receptores que se sensibilizan por el movimiento del vello, el contacto físico, el dolor y el cambio de temperatura.



¿Qué región del cuerpo tiene mayor cantidad de sensores mecánicos?

Para responder esta pregunta, en primer lugar piensen en su experiencia cotidiana y elaboren una hipótesis sobre la región que suponen tiene mayor cantidad de este tipo de receptores.

Mientras un compañero mantiene los ojos cerrados, otro apoyará suavemente sobre alguna región del cuerpo, la punta de uno, dos y tres lápices, alternadamente, separadas aproximadamente a medio centímetro una de otra.

El compañero que tiene los ojos cerrados debe determinar la cantidad de puntas que su compañero apoya sobre su cuerpo.

Procedan de esta manera, apoyando las puntas de los lápices en la palma de la mano, el dorso de la mano, la punta del dedo pulgar, el hombro, la pantorrilla, los labios, la espalda, el cuello y el brazo.

Realicen un cuadro en el que puedan registrar la zona investigada, la cantidad de puntas que se apoyan y la cantidad que siente el compañero que no puede ver. Comparen los resultados con los de los demás grupos.

Elaboren una conclusión sobre las regiones del cuerpo que poseen mayor cantidad de sensores mecánicos por cm^2.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

La psoriasis

La **psoriasis** es una enfermedad de la piel no contagiosa, crónica y recurrente que se manifiesta con una inflamación de color rojizo, cubierta por escamas gruesas y poco adherentes.

Mientras que naturalmente la piel de un organismo se recambia totalmente cada 28 días, en una persona con psoriasis el recambio ocurre cada 7 días.

Habitualmente, las inflamaciones aparecen en las rodillas, los codos, el cuero cabelludo y la región sacra.

Aún se desconocen las causas de esta afección, pero se encontró cierta relación entre los brotes de psoriasis y el estrés. También los puede producir algunas infecciones, medicamentos o predisposición genética.

Si bien aún no tiene cura definitiva, los tratamientos permiten que las personas con psoriasis tengan una vida normal y sin lesiones.

Sin embargo quienes sufren esta enfermedad temen ser rechazados socialmente. Una encuesta realizada en hospitales y centros de salud de todo el país durante 2004 reveló que el 36% de los consultados había abandonado alguna de sus actividades cotidianas por padecer psoriasis, en tanto que el 53% reconoció no tener suficiente información sobre este trastorno inflamatorio.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En un adulto:

- el cuerpo celular de una neurona puede medir 100 micrones de diámetro y su axón desde 1 mm hasta 1 m de longitud;
- la velocidad de transmisión del impulso nervioso es de 100 m/s; y
- la cantidad de neuronas puede llegar a los 14 mil millones.

Estructura y dinámica del sistema nervioso

Sentimos frío o calor, a través de la ventana vemos que la copa del árbol es verde y que el cielo está nublado, al llegar a casa sentimos el olor de nuestra comida preferida.

Los órganos de los sentidos son la vía de entrada de señales del entorno. Una vez captadas por los sensores, esas señales transitan por los nervios como impulsos. Esta información solo se transformará en una sensación cuando se la elabora e integra en el sistema nervioso.

La unidad de transmisión: la neurona

La información transita por el cuerpo a través de aproximadamente 100 mil millones de células específicas, llamadas neuronas. Por algunas de ellas, el impulso nervioso se propaga a una velocidad superior a los 120 m/s.

Las neuronas:

- reciben señales procedentes del medio externo e interno;
- transforman las señales en impulsos nerviosos;
- son los medios por los cuales se propaga la información; y
- transmiten los impulsos nerviosos a otras neuronas, glándulas o músculos.

Si bien las neuronas tienen variedad de formas y tamaños, todas ellas presentan ciertas regiones comunes:

Terminal neuronal: estructura ubicada al final del axón, con pequeñas dilataciones llamadas botones sinápticos, que transmiten los impulsos nerviosos hacia otras neuronas, glándulas o músculos.

Vaina de mielina: sustancia grasa que actúa como aislante y que permite que el impulso nervioso se propague con mayor rapidez.

Dendritas: prolongaciones citoplasmáticas por las que se propaga la información del medio o de otras neuronas, hacia el cuerpo neuronal.

Nódulos de Ranvier: zonas sin vainas de mielina.

Cuerpo neuronal: en muchas neuronas, tiene forma estrellada. Contiene el núcleo y las organelas típicas de las demás células. En esta porción de la neurona se realizan las actividades metabólicas propias de todas las células.

Axón: prolongación citoplasmática por la que transita el impulso nervioso desde el cuerpo neuronal hacia el exterior de la célula.

Núcleo: posee la información genética de la célula.

Neurona de asociación
Neurona motora
Dirección del impulso nervioso
Neurona sensitiva
Músculo
Receptor sensorial

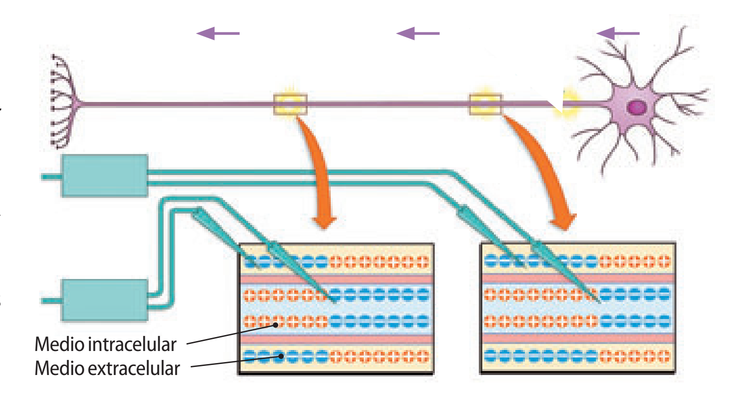
Teniendo en cuenta la actividad específica de las neuronas, éstas pueden ser clasificadas en los siguientes tipos:

- **neuronas sensitivas**: por las que se propagan impulsos nerviosos que llevan información hacia el centro de control. Este tipo de neuronas nos permite estar informados sobre una variedad de sonidos, colores, olores y sabores;
- **neuronas motoras**: por las que transitan impulsos nerviosos que llevan información hacia los órganos efectores. Estos órganos concretan en acciones las respuestas elaboradas en los centros de control; y
- **neuronas de asociación**: por las que se propagan impulsos nerviosos desde una neurona a otra. Funcionan como “puentes” entre neuronas de regiones del sistema nervioso diferentes entre sí.

La propagación de la información

La información se propaga de una neurona a otra mediante dos complejos procesos:

- a través del axón de una misma neurona se realiza por **procesos electroquímicos**, que consisten en el desplazamiento de cargas eléctricas a lo largo de la membrana plasmática de la neurona. Estos procesos originan la "corriente eléctrica" llamada **impulso nervioso**.
- entre una neurona y otra contigua se realiza por **procesos químicos**, que constituyen la llamada **sinapsis nerviosa**.



Cuando se colocan electrodos en la membrana plasmática de una neurona, se puede registrar la propagación del impulso nervioso.

EL IMPULSO NERVIOSO El impulso nervioso se origina y propaga por la membrana plasmática de las neuronas, en la **bomba de sodio** y **potasio**.

Como se explicó en el Capítulo 1, la membrana plasmática de las neuronas, como en las demás células, tiene proteínas que actúan como una bomba que saca de la célula iones sodio (**Na^+**) en contra del gradiente de concentración, y deja en su interior iones potasio (**K^+**). Este fenómeno provoca un desequilibrio iónico entre el medio intracelular y el extracelular: fuera de la célula hay más carga positiva que dentro de ella. En esta situación, se dice que la membrana está **polarizada**.

Cuando un estímulo llega a la membrana, la bomba ingresa iones Na^+ y saca de la célula iones K^+. Como consecuencia de este intercambio iónico, la membrana celular se despolariza.

La despolarización avanza desde el cuerpo neuronal hacia el axón, generándose la corriente eléctrica llamada impulso nervioso. Sin embargo, rápidamente la bomba reestablece la situación anterior y ocurre la **repolarización** inmediata de la membrana.

Una vez repolarizada, la membrana puede transmitir nueva información a través de la repetición de esta secuencia de fenómenos eléctricos.

Algunas neuronas poseen alrededor del axón una sustancia grasa y blanca que lo aísla del medio, la **mielina**. Un axón con mielina, tiene sectores desnudos, los nódulos de Ranvier, por los que la corriente eléctrica "salta" de un sitio libre de mielina al otro. Esta particularidad permite que la transmisión de los impulsos nerviosos sea más veloz.

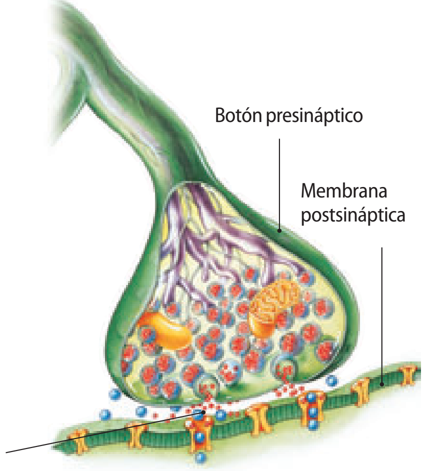
La propagación del impulso nervioso y la ola mexicana

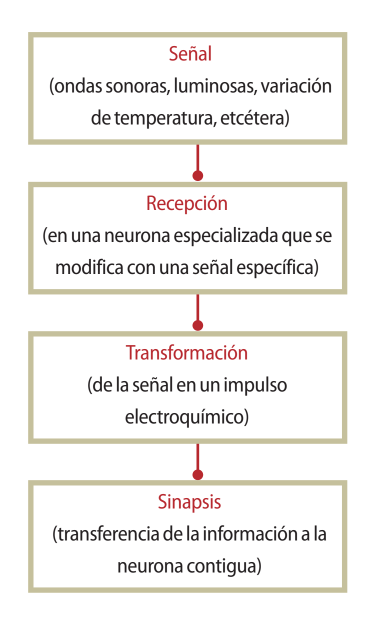
La secuencia polarización, despolarización y repolarización de la membrana puede comprenderse mejor si se imagina a los asistentes de un partido de fútbol haciendo la "ola mexicana". Ni bien uno de los participantes de la ola se levanta, también lo hace el participante que está a su lado pero, en ese preciso instante, el primero ya se sentó. Teniendo en cuenta esta analogía, la membrana se despolariza (el participante se levanta), y luego se repolariza (el participante se sienta).

LA SINAPSIS NERVIOSA Entre la terminal de una neurona y el cuerpo o las dendritas de la neurona contigua hay una pequeña separación microscópica llamada **espacio sináptico**. Ese espacio separa la terminal neuronal de la primera célula, o **neurona presináptica**, de la célula contigua, o **neurona postsináptica**.

El espacio sináptico no puede ser "saltado" por la corriente eléctrica que origina la bomba de sodio y potasio de la membrana plasmática. Por dicho espacio, el impulso se transmite a través de sustancias químicas específicas llamadas **neurotransmisores**.

Cuando el impulso nervioso llega a los botones terminales de la neurona presináptica, se provoca la liberación de los neurotransmisores hacia el espacio sináptico. La liberación y captación de los neurotransmisores, es el estímulo de la neurona postsináptica por la que continúa la propagación del impulso nervioso por procesos electroquímicos. Los neurotransmisores más conocidos son la acetilcolina, la adrenalina, la dopamina, la serotonina y las endorfinas. Estas sustancias pueden estimular o inhibir a la neurona postsináptica.





LA TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES

Cuando las ondas luminosas llegan a las células fotorreceptoras de la retina, éstas se despolarizan y desencadenan una corriente eléctrica originada por el intercambio de iones Na^{+} y K^{+}.
Cuando el impulso llega a los botones terminales del axón, se liberan los neurotransmisores que llevan la información de esta neurona a la siguiente.

Los receptores que captan los estímulos del medio, son diferentes para cada tipo de sentido. Es decir, iluminar con una linterna el interior del oído, no provocará que las células receptoras de este órgano capturen la señal luminosa y envíen la información hacia los centros de control. Lo mismo ocurre si se unta chocolate en la palma de la mano: solo se percibirá su textura, pero no el sabor característico.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En un adulto, su cerebro:
- pesa 1,5 kg;
- tiene un volumen de 1300 cm^3; y
- su superficie es de 1 m^2, aproximadamente.

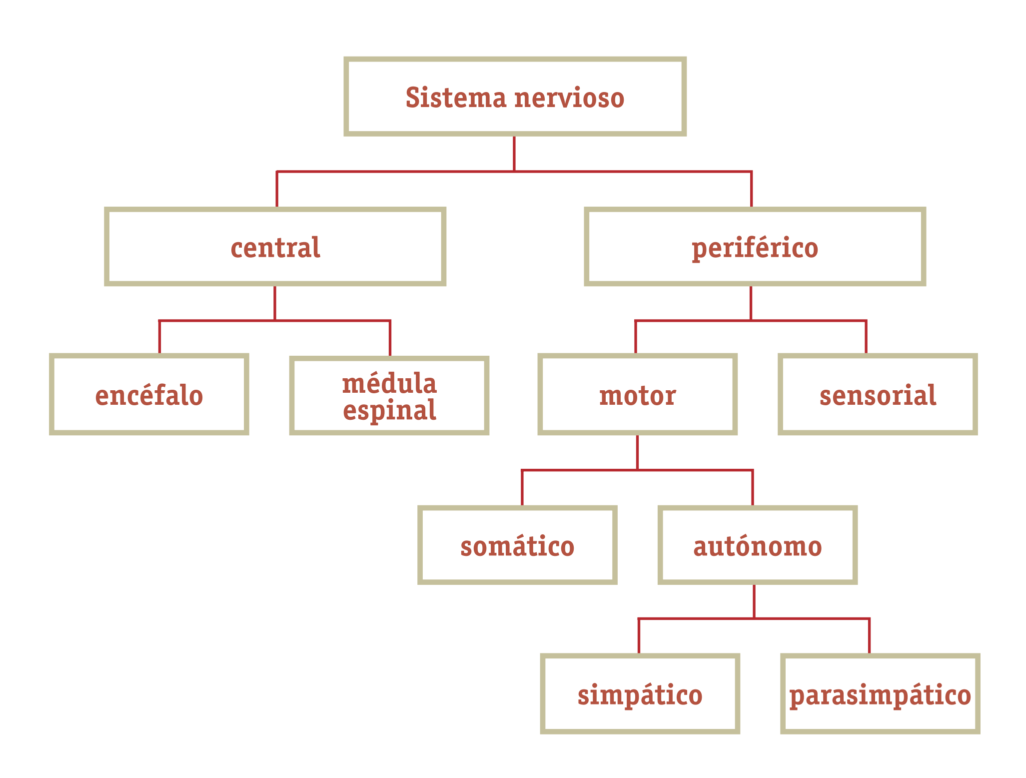
Organización del sistema nervioso

Por su localización en el organismo, el sistema nervioso puede ser dividido en dos partes principales:

- el **sistema nervioso central** (**SNC**): comprendido por el **encéfalo** y la **médula espinal**, ocupa el interior del cráneo y de la columna vertebral, que lo protegen de daños en su delicado tejido; y
- el **sistema nervioso periférico** (**SNP**): constituido por una red de nervios que cubren la periferia del cuerpo humano. Por algunos nervios transita información hacia el SNC, las **vías sensitivas**; por otros la información se propaga desde el SNC, las **vías motoras**.

Las vías motoras del SNP se clasifican de acuerdo con la información que se propaga a través de ellas:

- el **sistema autónomo**, que controla las acciones involuntarias; y
- el **sistema somático**, a cargo de los movimientos voluntarios.



El sistema nervioso central

Este sistema integra la información que llega al organismo. Está compuesto por el encéfalo y la médula espinal. Además de los huesos que componen el cráneo y la columna vertebral, todos los órganos del SNC están cubiertos por tres membranas, las **meninges**, y el **líquido cefalorraquídeo** que los amortiguan de posibles golpes y daños.

LA MÉDULA ESPINAL

La **médula espinal** es un órgano de forma cilíndrica, del grosor del dedo meñique, ubicado en el interior de la columna vertebral, desde el cuello hasta la región de la cintura.

En un corte transversal de médula se pueden distinguir dos regiones bien diferenciadas: una interna, de color grisáceo, con forma de H o de mariposa; y una externa, de color blanquecino, que rodea la anterior. La zona oscura se denomina **materia gris**, y está formada por los cuerpos neuronales y las dendritas de millares de neuronas. La zona más clara se denomina **materia blanca** y está constituida por axones recubiertos por mielina. Por estos axones transitan impulsos nerviosos desde y hacia el encéfalo. En la médula también se elaboran respuestas simples llamadas actos reflejos.

Si en un descuido tocamos un artefacto caliente, la mano se aleja automáticamente; se ha producido un acto reflejo.

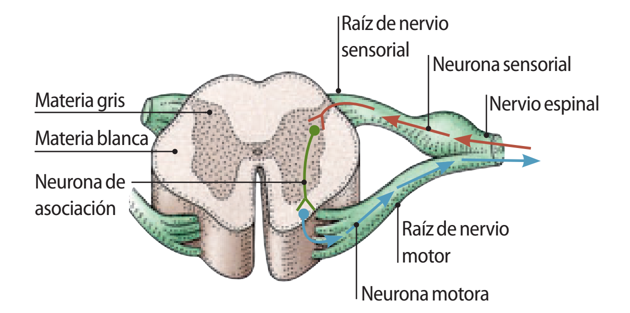
Los **actos reflejos** son respuestas rápidas e inevitables que se producen frente a determinados estímulos y ocurren debido a un **arco reflejo** que relaciona, por lo menos, un receptor, un transmisor y un efector.

Los arcos reflejos pueden ser simples o compuestos. Los **arcos reflejos simples** se producen por la relación entre dos neuronas: una sensitiva y una motora. Los **arcos reflejos compuestos**, en cambio, relacionan al menos tres neuronas: una sensitiva, una motora y una de asociación.

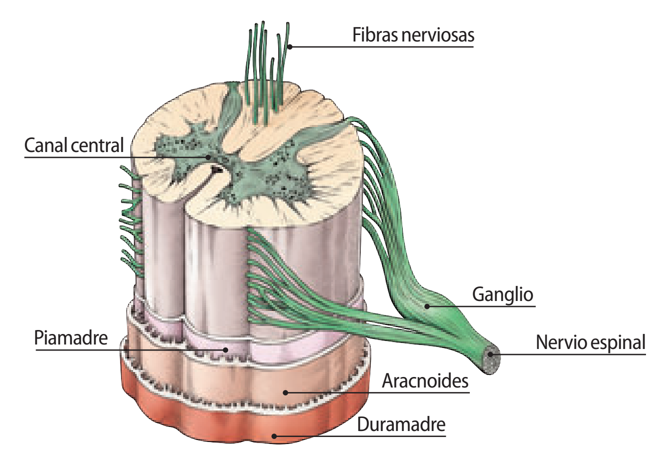
Mientras se desencadena el acto reflejo, otras neuronas de asociación envían la información hacia otras partes del sistema nervioso como, por ejemplo, el cerebro. Por eso al tocar un artefacto caliente, además de retirar rápidamente la mano, el cerebro recibe esta información y elabora otro tipo de respuestas como, por ejemplo, gritar o llorar.

ACTIVIDADES

1. Elaboren un cuadro para comparar las propiedades de las neuronas sensitivas, motoras y de asociación.
2. Escriban las semejanzas y diferencias entre una señal, un impulso nervioso, una sensación y una respuesta.
3. Escriban las semejanzas y diferencias entre un acto y un arco reflejo.



La neurona sensitiva capta una señal y ésta se propaga hacia la médula espinal. En este órgano hace sinapsis con una neurona motora (arco reflejo simple) o con una o más neuronas de asociación (arco reflejo compuesto) que, a su vez, establece sinapsis con una neurona motora. Así se completa el arco reflejo, que lleva hacia los efectores la respuesta adecuada.



El encéfalo

El encéfalo es la parte más protegida del cuerpo. Inmerso en un fluido y rodeado por membranas y huesos, el encéfalo queda amortiguado de posibles golpes y otros daños. Está conformado por un conjunto de órganos que participan en actividades nerviosas específicas: el cerebro, el cerebelo y el tallo encefálico.

Si bien los lóbulos cerebrales están en ambos hemisferios, este órgano no es simétrico. Tampoco la corteza cerebral es simétrica en cuanto a sus funciones.

EL CEREBRO

En el **cerebro** es el centro de control de la mayor parte de la actividad nerviosa. En este órgano se procesa la información sensorial que ingresa por los órganos de los sentidos, la transforma en sensaciones y se elaboran respuestas. Es también el centro de la comunicación, la memoria, la creatividad, la motivación, las emociones y el conocimiento.

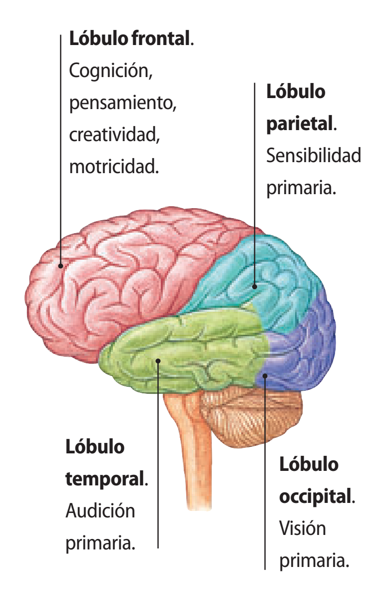
Si bien muchos los animales tienen un centro donde se concentran neuronas, los humanos tenemos uno capaz de realizar actividades que ningún otro ser vivo puede hacer: crear cultura y transmitirla.

La superficie del cerebro tiene gran cantidad de pliegues o **circunvoluciones**; de ranuras menos profundas o **surcos**; y de ranuras muy profundas o **fisuras**.

La fisura más profunda divide al cerebro en dos mitades, los **hemisferios cerebrales** derecho e izquierdo; conectados entre sí por una masa de fibras llamada **cuerpo calloso**.

Otros surcos y fisuras menos profundas delimitan cuatro regiones o lóbulos a cada lado del cerebro, cada uno de los cuales tiene el nombre del hueso del cráneo más cercano: **lóbulos frontal**, **temporal**, **parietal** y **occipital**. En estas regiones se localizan centros donde se recibe e interpreta información sensorial.

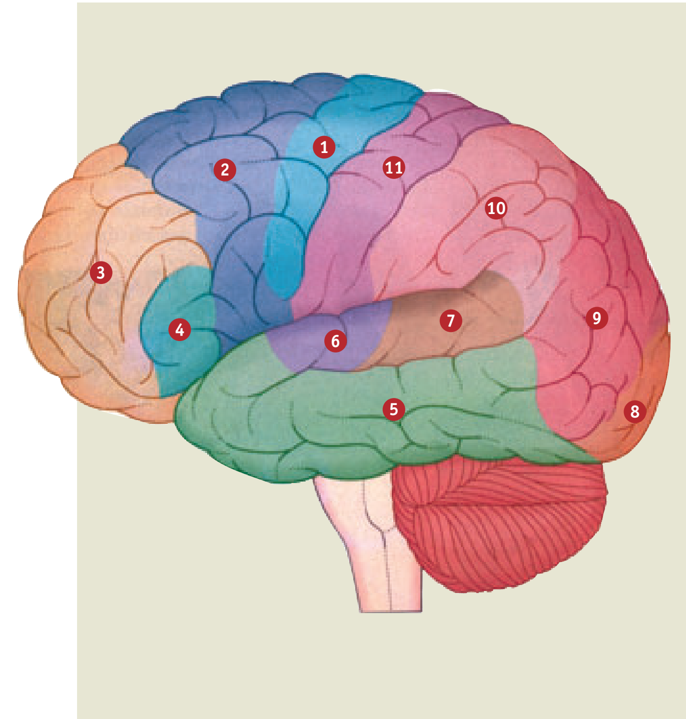
La **corteza cerebral** es la capa externa que cubre el cerebro. Está conformada por materia gris, es decir, por cuerpos neuronales que reciben información, la procesan, almacenan parte de ella en la memoria y controlan movimientos voluntarios. Debido a esta cantidad y variedad de actividades, se la considera el **centro procesador de la información**. A diferencia de la médula espinal, en el cerebro la **materia blanca** se encuentra interiormente, por debajo de la materia gris.



Cráneo
Materia gris
Materia blanca
Hemisferio cerebral izquierdo
Cuerpo calloso
Hipotálamo
Hipófisis
Tálamo
Meninges
Tallo encefálico (bulbo, puente y cerebro medio)
Cerebelo
Líquido cefalorraquídeo
Médula espinal

El cerebro, como los demás órganos que conforman el encéfalo, está cubierto por tres membranas o meninges. La **piamadre** está pegada al órgano, la **duramadre** está adherida al cráneo, y la **aracnoides** es la membrana que se encuentra entre las dos anteriores. El **líquido cefalorraquídeo** es un fluido que llena los espacios entre las tres membranas cerebrales.

Funcionalmente, la corteza cerebral tiene áreas especializadas. En algunas se procesa la información que proviene de los órganos de los sentidos; en otras se elaboran las respuestas o acciones; y en otras ocurre el aprendizaje y se almacena información en la memoria. Más de tres cuartas partes de nuestro cerebro está involucrado en la asociación de la información como, por ejemplo, las actividades en las que se integra la visión con la motricidad de la mano.



Mapa del hemisferio cerebral izquierdo.
Según los resultados de una gran cantidad de investigaciones neurofisiológicas, la mitad izquierda del cuerpo está controlada por el hemisferio cerebral derecho, que también interviene en la apreciación artística y musical. El hemisferio izquierdo, en cambio, regula la mitad derecha del organismo e interviene en el lenguaje hablado y escrito, los números y la resolución de problemas.

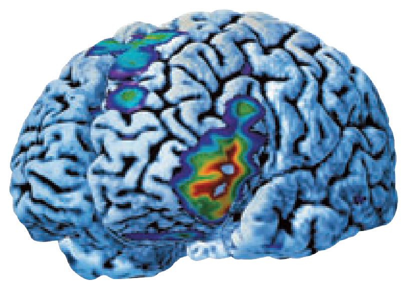
1. **Corteza motora**: regula la actividad muscular voluntaria.
2. **Corteza premotora**: regula movimientos complejos.
3. **Corteza prefrontal**: participa en el pensamiento abstracto, como la planificación y la resolución de problemas.
4. **Área de Broca**: interpreta y regula el habla.
5. **Corteza asociativa auditiva**: recibe e interpreta sonidos.
6. **Corteza auditiva primaria**: recibe la información que proviene de señales auditivas.
7. **Área de Wernicke**: interpreta el lenguaje hablado y escrito.
8. **Corteza visual primaria**: recibe información que proviene de los ojos e interpreta formas, colores y movimiento.
9. **Corteza asociativa visual**: interpreta información visual y la compara con imágenes anteriores.
10. **Corteza asociativa sensorial somática**: recibe e interpreta sensaciones que provienen de la piel y las almacena como recuerdos en la memoria.
11. **Corteza sensorial somática primaria**: recibe información de señales que capta la piel.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

El cerebro y el lenguaje

Una de las propiedades de los humanos que los diferencia de las demás especies animales es su posibilidad de comunicarse a través del lenguaje. Antropólogos, biólogos, genetistas, lingüistas, y otros especialistas ocupan su tiempo en investigar y conocer cada vez más sobre su origen y desarrollo.

En esas investigaciones se estudian dos componentes fundamentales en la comunicación: el cerebro y el sistema fonador.
El **sistema fonador** está conformado por un conjunto de estructuras como la laringe, la lengua y los labios, que intervienen en el habla. En los bebés, la laringe ocupa una posición elevada, por eso pueden tragar y respirar simultáneamente. Alrededor de los dos años, la laringe se desarrolla y queda en una posición inferior, lo cual permite emitir sonidos a través de las cuerdas vocales.
En cuando al cerebro, en el lóbulo izquierdo hay dos zonas que intervienen en la producción y comprensión del lenguaje, el **área de Broca** y el **área de Wernicke**.
Actualmente, los científicos no logran acordar si la capacidad de comunicarnos a través del lenguaje se encuentra en los genes o es aprendida después del nacimiento.
Al estudiar con un escáner el cerebro de una persona mientras habla, se puede apreciar cómo se activan las áreas del lenguaje.
Si con el mismo procedimiento se estudia el cerebro de una persona sorda mientras se comunica por el lenguaje de señas, se aprecia también cómo se activan las mismas zonas del lenguaje que en un individuo parlante.
Este es uno de los fenómenos que verifican la **plasticidad** del cerebro. Es decir, no todas las actividades cerebrales son localizadas e inmóviles. Se ha observado que ante la pérdida o deterioro de alguna región cerebral, sus actividades específicas pueden recuperarse en otra zona, después de un proceso de aprendizaje. Esto es posible por el origen de nuevas conexiones entre las neuronas.



El centro del lenguaje está conformado por dos zonas del hemisferio izquierdo. El área de Wernicke recibe información desde los oídos e interpreta su significado. El área de Broca regula el habla, es decir, coordina el movimiento de las costillas, el diafragma, las cuerdas vocales, la lengua y los labios.

Estar en el limbo...

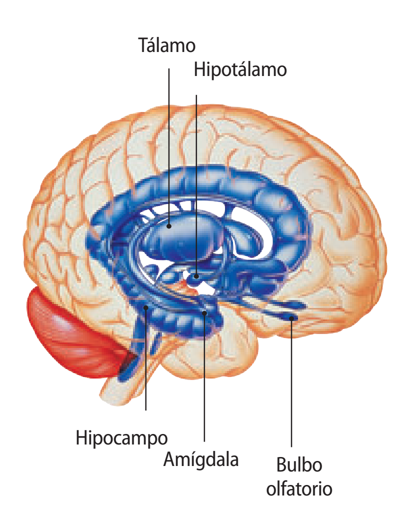
Cuando dos personas se atraen o se enamoran, el simple hecho de ver al otro hace sentir en el cuerpo sensaciones agradables, raras, distintas... Palpitaciones, rubor en las mejillas, un nudo en la garganta...

Todo eso ocurre porque el sistema nervioso pone en juego una serie de mecanismos químicos que hacen que el cuerpo reaccione con otra parte del sistema nervioso, el **sistema nervioso autónomo**, muy relacionado con el sistema límbico.

Por ejemplo, cuando vemos a la persona que nos atrae, u olemos su perfume, esta información es captada por la vista o el olfato y, antes de que llegue al lóbulo cerebral que procesa la imagen o el perfume a nivel consciente, pasa por el sistema límbico, donde se elaboran las emociones.

Este sistema informa al sistema nervioso autónomo la cercanía de la persona y se desarrollan una serie de actividades involuntarias como las palpitaciones y la ruborización.

Volver a enamorarse es posible porque la plasticidad el cerebro permite que nuestro cerebro "desaprenda" un amor, para "aprender" otro.



EL CEREBELO

El **cerebelo** interviene en el movimiento y, junto con el oído, en el mantenimiento del equilibrio del cuerpo.

Este órgano también participa en la regulación de ciertos movimientos. Por ejemplo, allí se compara entre el movimiento pretendido y el que se efectúa realmente, con las debidas correcciones de errores. Una persona con el cerebelo dañado, no tiene movimientos precisos. Al querer tomar suavemente un objeto, lo hace de manera brusca.
Asimismo, el cerebelo interviene en aquellos movimientos que no requieren de control consciente como, por ejemplo, disponer el cuerpo y realizar los movimientos adecuados para atrapar una pelota que alguien lanza hacia nosotros.

EL TALLO ENCEFÁLICO

El **tallo encefálico** es un puente que une la médula espinal con el resto del encéfalo. Está conformado por el **bulbo raquídeo**, el **puente de Varolio** y la **médula oblonga**. Estas estructuras controlan actividades involuntarias como la frecuencia cardíaca, la respiratoria y la presión sanguínea. En el tallo encefálico se encuentran también los centros nerviosos de la tos, del vómito, del estornudo y de la deglución.

EL SISTEMA LÍMBICO

El **sistema límbico** está compuesto por un conjunto de estructuras rodeadas por el tallo encefálico y el cerebro. Este sistema está involucrado en las emociones, la memoria y el aprendizaje.

Entre las estructuras que lo conforman, se encuentra el **hipocampo**, el **hipotálamo**, la **amígdala**, los **bulbos olfatorios**.

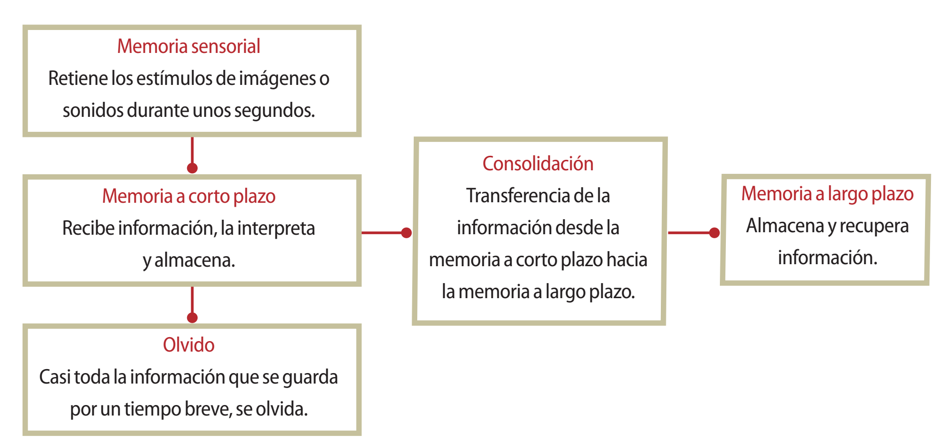
En el hipocampo se fijan los recuerdos; en la amígdala se desarrolla el temor innato al peligro; y los bulbos olfatorios intervienen en los recuerdos y las emociones cuando se perciben ciertos olores.

La parte del cerebro que interviene en la consolidación de la **memoria** es el sistema límbico.

De la información que ingresa continuamente en el organismo, parte de ella se guarda por un período breve en la llamada memoria a corto plazo. Los recuerdos que provienen de esta información se pierden rápidamente. Esta información puede ser transferida a la **memoria a largo plazo**, en el hipocampo.

En la **memoria a largo plazo** se almacenan recuerdos como las habilidades aprendidas por la práctica, como andar en bicicleta; el lenguaje; y experiencias concretas, como el recuerdo de unas vacaciones.

Una lesión en esta zona puede provocar lo que se conoce como **amnesia anterógrada**, que es la amnesia en la que se recuerda el pasado pero no lo ocurrido luego del accidente que lesionó esa parte importante del cerebro.



Cuando vemos algo que nos asusta, como un animal al que tememos, en el organismo se desencadena una serie de reacciones: palpitaciones, transpiración de la cara y las manos y se acelera la respiración.

La aceleración de la frecuencia respiratoria aumenta el ingreso y la circulación de oxígeno en el cuerpo y, como consecuencia, la energía disponible para huir o defenderse.

Estas reacciones son más veloces que el tiempo que tarda la señal visual en recorrer el trayecto desde la retina hasta el lóbulo occipital, donde se interpreta la imagen. Por eso, antes de tomar conciencia sobre el peligro, el cuerpo reacciona.

Estas respuestas no fueron aprendidas, probablemente sean procesos de defensa heredados de nuestros ancestros.

La sensación de **miedo** se origina porque la información sobre cierto peligro llega primero a la amígdala y después a la corteza cerebral. La amígdala es la zona del sistema límbico que interviene en la producción de esta sensación, y está relacionada con el sistema nervioso autónomo; por eso se desencadenan las reacciones fisiológicas características de la sensación que llamamos miedo.



¿Qué características comparte nuestro encéfalo con el de una vaca?

Para responder esta pregunta necesitan un encéfalo vacuno (seso de vaca), agua, una pinza de disección o de depilar, una bandeja, un cuchillo o cutter y las ilustraciones del Capítulo 5 de este libro.

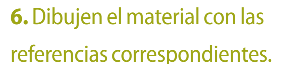
1. Antes de realizar el estudio, deben colocar el encéfalo en el congelador o freezer hasta que se congele. Este procedimiento asegura la firmeza de los tejidos antes de cortarlo

2. Apoyen el encéfalo sobre la base. Obsérvenlo y comparen su aspecto externo con el de un encéfalo humano (esta información la encuentran en las imágenes del capítulo).

3. Reconozcan el cerebro, el tallo encefálico, el cerebelo y la primera porción de médula espinal.

4. En el cerebro identifiquen surcos, fisuras, circunvoluciones, lóbulos y hemisferios.

5. Busquen restos de las membranas meninges y los vasos sanguíneos que cubren el encéfalo.



6. Dibujen el material con las referencias correspondientes.

7. Con el cuchillo separen los pedúnculos cerebrales y cerebelosos para dejar el tronco encefálico separado del cerebro y del cerebelo.

8. Identifiquen los órganos que forman al tronco encefálico: el bulbo raquídeo, el puente de Varolio y la médula oblonga.



9. Observen la zona junto al cerebelo, con forma de rombo: el piso del IV ventrículo.

10. Corten el cerebro transversalmente y observen la distribución del tejido en una capa externa rosada (materia gris) y una zona interna blanca (materia blanca).

11. Observen el puente de materia blanca entre un hemisferio y otro: el cuerpo calloso.

12. Observen dos zonas huecas, una en cada hemisferio: los ventrículos cerebrales.

13. Dibujen el material con las referencias correspondientes.

14. Tomen el cerebelo y obsérvenlo. Distingan los hemisferios cerebelosos.

15. Respondan la pregunta del comienzo del trabajo práctico.

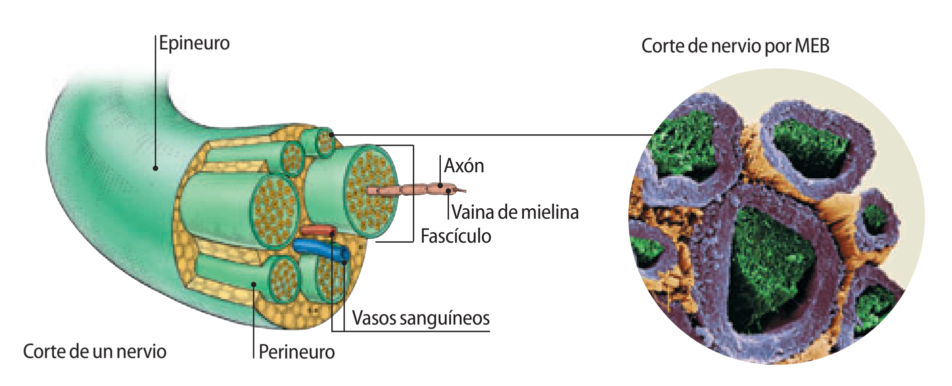
El sistema nervioso periférico

El **sistema nervioso periférico** (**SNP**) relaciona el SNC con el resto del cuerpo, a través de los nervios.

Los nervios que conforman el SNP pueden ser:

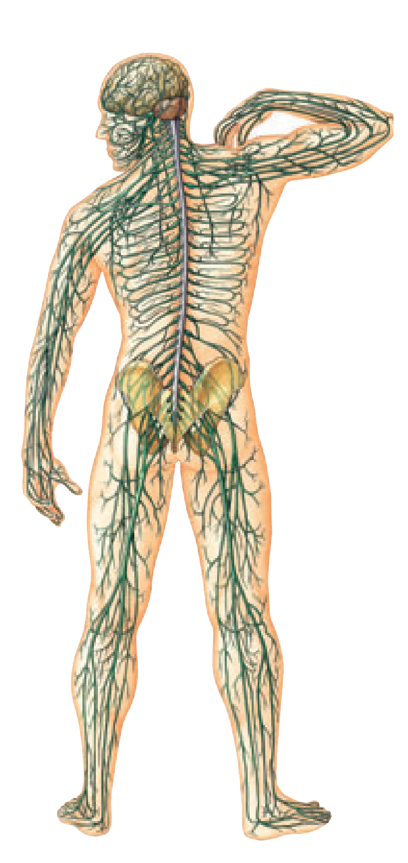
- **nervios espinales** o **raquídeos**: relacionan la médula espinal con el resto del cuerpo; y
- **nervios craneales**: relacionan el cerebro y el tallo encefálico con la cabeza y el cuello.

Un nervio está compuesto por axones agrupados y envueltos en un tejido elástico, los **fascículos**. A su vez, varios fascículos están reunidos en grupos mayores, junto con algunos vasos sanguíneos. Estas agrupaciones y cubiertas les dan a los nervios flexibilidad y, a la vez, los protegen de daños.
Los cuerpos neuronales de los axones no están en los nervios, sino agrupados en masas (los **ganglios**) cerca del cerebro o de la médula espinal.

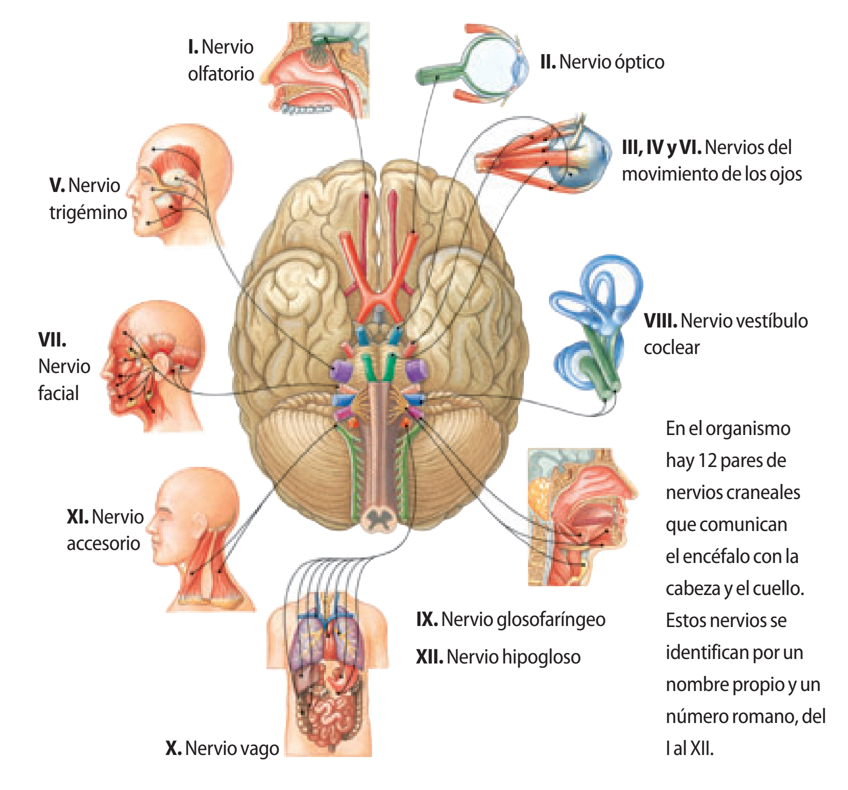


Desde el punto de vista funcional, el SNP puede clasificarse en:

- la **división sensorial**: transmite información sensitiva desde el interior del organismo y desde su entorno; y
- la **división motora**: transmite información motora hacia los órganos efectores.



En el organismo hay 31 pares de nervios espinales que relacionan la médula espinal con el resto del cuerpo. Los **plexos** son agrupaciones de nervios que controlan partes del cuerpo que realizan actividades complejas, como el **plexo braquial**, que regula los brazos.



En el organismo hay 12 pares de nervios craneales que comunican el encéfalo con la cabeza y el cuello. Estos nervios se identifican por un nombre propio y un número romano, del I al XII.

La porción motora del SNP se divide en dos partes:

- el **sistema nervioso somático**: formado por neuronas que controlan los movimientos voluntarios; y
- el **sistema nervioso autónomo**: formado por neuronas que controlan las respuestas involuntarias.

EL SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El **sistema nervioso autónomo** (**SNA**) regula las actividades involuntarias de todos los órganos del cuerpo e interviene en la homeostasis del organismo. Está compuesto por el sistema simpático y el sistema parasimpático, que suelen tener efectos opuestos.

El **sistema nervioso simpático** prepara al organismo en situaciones de estrés o nerviosismo, en las que se requiere energía. En un examen, por ejemplo, la frecuencia cardíaca aumenta, las pupilas se dilatan, la boca queda "seca", y la digestión se detiene.

Por el contrario, en situaciones de relax o descanso, actúa el **sistema nervioso parasimpático**. Después de una comida abundante, por ejemplo, aumenta la secreción salival, se promueve la digestión, las pupilas se contraen y la frecuencia cardíaca disminuye.

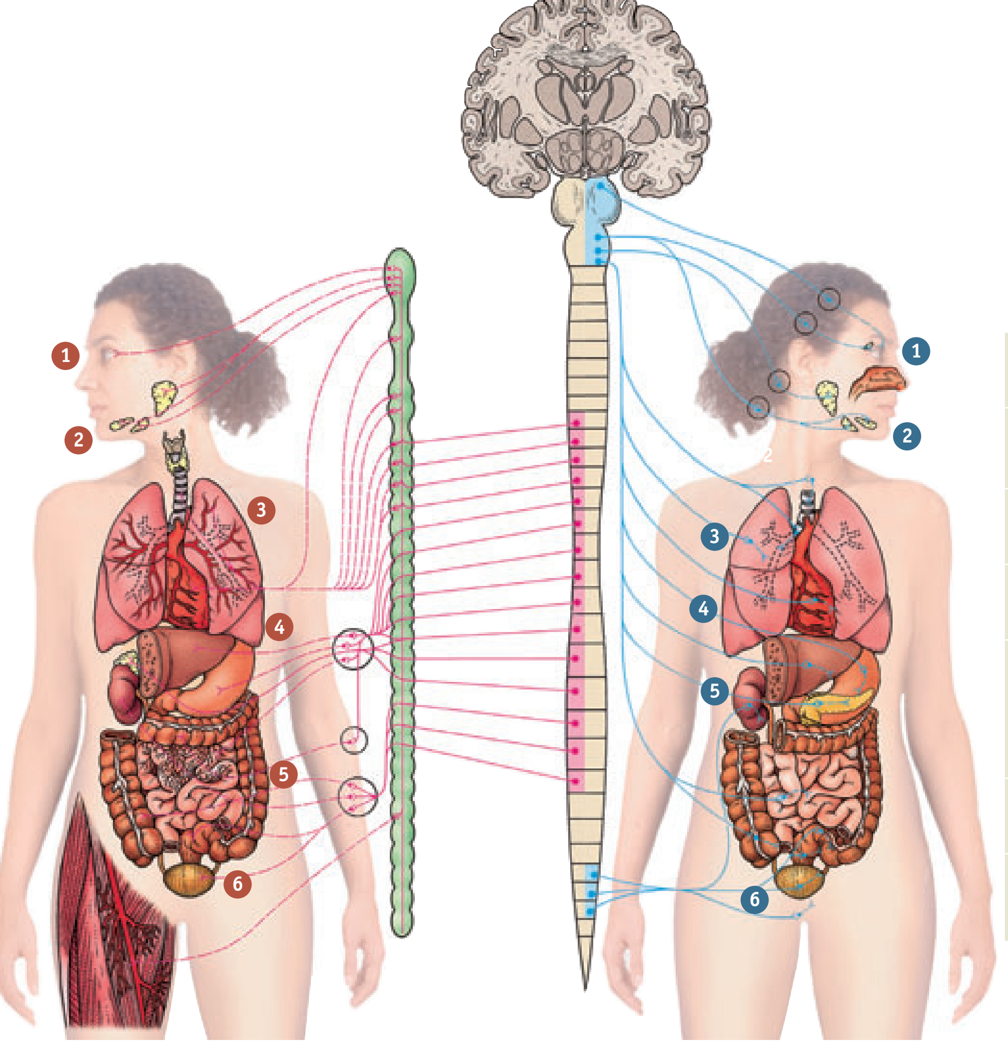
Cuando, por ejemplo, nos asustamos, el sistema simpático aumenta las frecuencias respiratoria y la cardíaca y las glándulas sudoríparas secretan más sudor. Cuando ya no hay peligro, el sistema parasimpático regula todas las actividades anteriores, y las vuelve a valores normales.

En síntesis, mientras el sistema nervioso simpático acelera funciones, el parasimpático las deprime, o las devuelve a ritmos normales.

ACTIVIDADES

1. Lean las siguientes situaciones y determinen qué división del sistema nervioso autónomo las regula:
- dormir la siesta;
- manejar una bici por una calle muy transitada;
- tomar sol; y
- un susto.

2. Copien la trama conceptual de la página 115 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

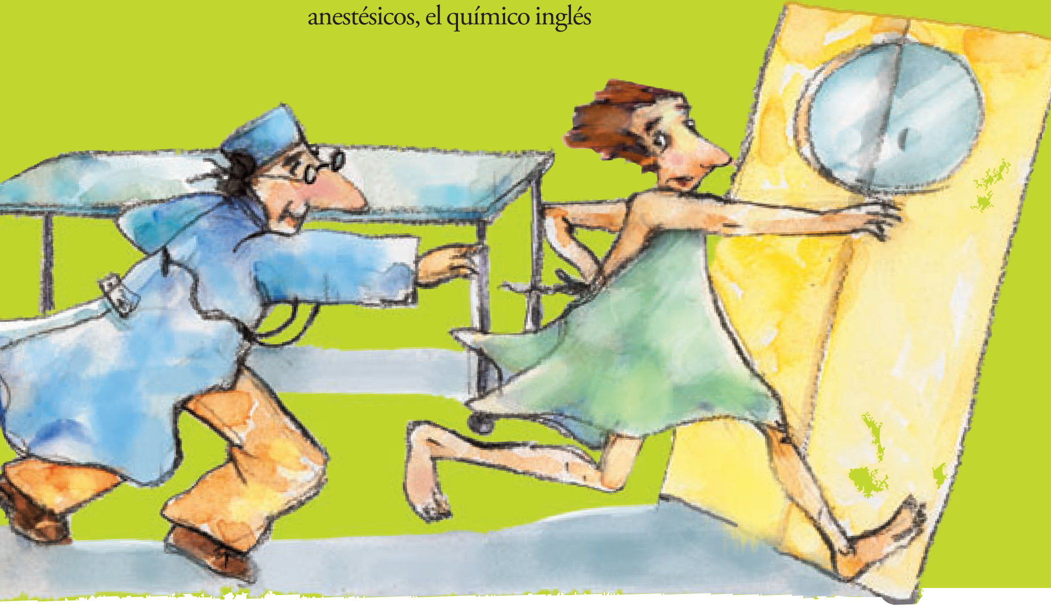


	SNA simpático	SNA parasimpático
1	Dilata las pupilas.	Contrae las pupilas.
2	Inhibe la secreción de saliva.	Estimula la secreción de saliva.
3	Relaja los bronquios.	Contrae los bronquios.
4	Acelera el ritmo cardíaco.	Retarda el ritmo cardíaco.
5	Inhibe la actividad del estómago, del páncreas y de los intestinos.	Estimula la actividad del estómago, del páncreas y de los intestinos.
6	Inhibe la micción.	Estimula la micción.
	En el hombre estimula la eyaculación.	En el hombre provoca la erección.

El fraude en la ciencia

Imaginar por un instante cómo era la tarea de un cirujano o de un odontólogo antes de la invención de la anestesia, no es fácil. Quizá fueran personas con una personalidad especial, que tenían pacientes que solo en casos extremos se exponían a tanto dolor. Tal vez en aquellas épocas no era sencillo tomar la decisión de sacarse una muela, aunque conservarla fuera más doloroso. Actualmente, esas escenas parecen irreales.

La cirugía ha cambiado tanto que hoy en día algunas personas eligen operarse, otras se vuelven adictas al quirófano, y hasta algunos programas de televisión muestran este tipo de intervenciones para quienes disfrutan observándolas.
Indudablemente, el descubrimiento de los anestésicos marcó un *antes* y un *después* en la medicina y, como muchos otros, fue producto de la serendipia.
El uso de sustancias con efecto anestésico tuvo al comienzo un uso recreativo ya que, a fines del siglo XVIII, estaba de moda la *medicación pneumática* o inhalación de gases. En ese entonces no se hacía uso de ciertos gases como anestésicos, el químico inglés Humphrey Davy (1778-1829) comenzó a desarrollar la idea. Denominó al óxido nitroso gas hilarante debido al efecto que le produjo aspirarlo: alegría y risa incontrolables.
Si bien Davy no estudió medicina formalmente, investigó las propiedades físicas, químicas y fisiológicas del óxido nitroso. En 1800 publicó la investigación y produjo la admiración de los científicos, no solo por los resultados, sino por el poco tiempo que le llevó y por su juventud, ya que tenía apenas 22 años. En esa obra relató que cierto día, cuando comenzó con dolores por la salida de sus muelas de juicio, inhaló gas hilarante tres veces por día y mitigó su dolor. De allí surgió su idea de hacer uso del óxido nitroso para las cirugías. Sin embargo, la idea fue abandonada porque tenía otros intereses: escribía poesía e inventaba artefactos, como la *lámpara de Davy*, con la que se evitaron las explosiones en las minas de carbón. La dispersión en tantas actividades hizo que abandonara sus ideas sobre la anestesia y que esa práctica se atrasara algunos años. Por sus aportes a la ciencia y a la tecnología recibió en manos de Napoleón una medalla; fue nombrado Caballero a los 32 años y Presidente de la *Royal Society* a los 42 años.
Nuevamente el interés por atenuar el dolor de sus pacientes provino de dentistas y cirujanos.
El primero en usar los gases del éter como anestésico fue William Clark, quien en 1842 le propuso a su dentista, el Dr. Pope, que usara el gas para hacer las extracciones.
El odontólogo usó éter con la señora Hovey, primera paciente a la que le sacaron una muela con anestesia. El uso del éter con fines odontológicos había comenzado con éxito.
El médico norteamericano Crawford W. Long (1815-1878) usó los gases del



éter con fines quirúrgicos. Cuenta la historia que este joven médico norteamericano era tan dedicado a su profesión que llegó tarde a su propia boda y que, una vez finalizada la ceremonia, se retiró de la fiesta para continuar su trabajo.
El doctor Long inhaló gases del éter y observó que no sentía dolor cuando se golpeaba. A pesar de sus observaciones no usó el éter con fines quirúrgicos sino hasta que un paciente suyo, James Venable, quien cancelaba sistemáticamente una operación semana tras semana, aceptó ser operado bajo los efectos de ese gas. Así fue como el 30 de marzo de 1842 le extrajo dos quistes del cuello, sin que el paciente tuviera dolor. Este fue el inicio de la anestesia en la cirugía. Este médico volvió a usar el éter en los siguientes cuatro años, pero recién hizo pública su experiencia en 1849.
Charles Jackson (1805-1880) recibió su título de doctor con honores en Harvard. Sus colegas lo conocían como un hombre competitivo y mentiroso y eran conocidas sus atribuciones de descubrimientos que habían hecho otros investigadores.
William Morton (1819-1868) fue un dentista que en 1844 decidió estudiar medicina en Harvard y allí conoció a Jackson.
Jackson, y probablemente Morton, visitaron el pueblo de Jefferson, cuando Long dio éter a su primer paciente.
De vuelta en la Universidad de Harvard, Jackson hizo pública una experiencia que había tenido con un dolor de garganta que alivió con éter. Afirmó que el episodio tuvo lugar en 1842, sospechosamente un mes antes de su visita a Jefferson.
Siguiendo el consejo de Jackson, Morton usó con éxito el éter en muchas cirugías que necesitaron anestesia general. Ambos se asociaron para comercializar el éter que, para ocultar su verdadera naturaleza, le agregaron esencias aromáticas y lo patentaron con el nombre de *Letheon*. Luego firmaron un acuerdo donde se reconocían mutuamente como los codescubridores del anestésico quirúrgico. Sin embargo, unos días después de la firma del acuerdo, Jackson notificó a la Academia de Ciencias Francesa que era el único descubridor de la sustancia. Enterado Morton, rompió el acuerdo y afirmó ser él el verdadero descubridor.
Esta pelea, conocida como la *Controversia sobre el éter*, mantuvo al Congreso de los Estados Unidos ocupado durante 16 años. Si bien Morton tenía poderosos amigos, el Congreso decidió que él no fue el descubridor del éter porque muchos testigos afirmaron que sus conocimientos sobre la sustancia provenían de Jackson. Después de ese veredicto, Morton tuvo problemas económicos y emocionales y murió a los 49 años.
Para el Congreso, la controversia se daba entre Jackson y Long. Como no pudo decidir sobre la identidad del descubridor, la Cámara pidió a los competidores que resolvieran el problema.
Sin poder aclarar la cuestión, Jackson enloqueció por el resto de sus días.
Aún muertos los protagonistas de la disputa, el debate continuó en las sociedades y universidades odontológicas y médicas. Para la Universidad de Nueva York, el mérito era para el científico que convencía al mundo de su descubrimiento, no para el que tenía primero la prueba experimental. Con este curioso argumento, los científicos aceptaron a Morton como el descubridor del éter como anestésico quirúrgico.
En cambio, en 1921 el Colegio Americano de Cirujanos reconoció a Long como el descubridor y creó la Asociación Crawford Long. Desde entonces, la mayoría de los cirujanos lo aceptaron como el descubridor de la anestesia quirúrgica.



1. Elaboren una opinión sobre la disputa científica planteada. Busquen información sobre otras controversias científicas históricas y actuales.
2. Consulten a un especialista sobre las diferencias de aplicación y de acción sobre el sistema nervioso entre la anestesia local y total.

HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

La argumentación es una habilidad lingüística propia de la comunicación diaria. Se argumenta en una charla con amigos, en una entrevista para conseguir trabajo, en un debate, en un juicio, en un artículo y en una columna de opinión de un periódico, en una publicidad, en una crítica de arte, en una campaña política, en las cámaras del Congreso y del Senado, etcétera. En ciencias se argumenta en textos de divulgación, en congresos y otros eventos científicos, en discursos críticos, en debates, paneles y mesas redondas, etcétera.
Además de definir y explicar, la argumentación es otra de las habilidades lingüísticas muy usada tanto en nuestra comunicación diaria como en la que desarrollan los científicos entre sí.

¿Dónde hay argumentaciones?
En los discursos políticos, en las cartas de lectores, en las críticas de libros y espectáculos, en los juicios, en algunos textos científicos y en las entrevistas laborales hay argumentaciones.
En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, las argumentaciones son frecuentes: a veces los docentes las usan para convencer a sus alumnos sobre la importancia de que aprendan determinado tema; y ellos para persuadir a sus profesores de que éste no es relevante.
Muchos creen que para convencer a otros, intercambiar opiniones y argumentos es más valioso que discutir, porque de ese intercambio pueden surgir los acuerdos. Ser buen argumentador no solo quiere decir ser capaz de convencer a una persona; también quiere decir saber escuchar y aceptar argumentos y opiniones de los otros.

La argumentación

Argumentar es querer convencer o persuadir a un receptor, que puede ser solo una persona o un conjunto de ellas, para lograr su adhesión. Sus objetivos son el de *hacer creer algo* o *hacer hacer algo* (o ambas) a un receptor; ponerse de acuerdo con otro, hacerlo participar, compartir metas, ideas y/o actividades.
La argumentación está siempre relacionada con los valores, las creencias y la ideología de una cultura.

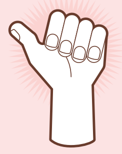
ARGUMENTACIÓN		
PROPÓSITO	**ORIGEN**	**CARACTERÍSTICAS**
Establecer un diálogo con un receptor (real o imaginario) para compartir ideas y opiniones y/o convencerlo de que las adopte.	Opinar y defender puntos de vista propios y refutar los opuestos. Producir ideas creíbles y aceptables para modificar la opinión del receptor.	- Verbos en presente y en primera persona del singular o del plural, como decir, creer, pensar, opinar y entender; - conectores contrastivos; - conectores de base causal; - conectores argumentativos; - deícticos personales, temporales y espaciales; - puede contener descripciones, explicaciones, ejemplificaciones, generalizaciones, analogías, comparaciones y citas.

¿Cómo reconocer un texto argumentativo?

En general, un texto argumentativo tiene los siguientes componentes: un **problema** o tema controvertido y polémico, que admite varios puntos de vista; un emisor **proponente** que expresa su posición al respecto mientras provoca, ataca y desautoriza a su **oponente** (que puede estar o no compartiendo el espacio, que puede ser una persona específica, un grupo o un sector del público); una **propuesta** y una **conclusión**.

El siguente texto es una argumentación sobre los alimentos transgénicos:

Para empezar, sugiero al lector que haga una encuesta entre sus conocidos sobre lo que piensan en relación con el consumo de alimentos transgénicos. Pregunte primero a sus encuestados ¿qué es un alimento transgénico?, ¿cuántos de los alimentos que consume han sido modificados genéticamente? y ¿qué sabe sobre el efecto de consumo en la salud? Acto seguido, proceda a preguntarles cuál es el origen de esa información. (...)
Sin temor a equivocarme puedo afirmar que poca gente podrá contestar que todos los alimentos que consumimos han sido modificados genéticamente, y que esas modificaciones se dieron desde los inicios de la agricultura, con el fin de hacer que los productos del campo fueran cultivables y comestibles.



Si quieren recordar qué son los conectores aditivos, temporales, espaciales y contrastivos, lean las páginas 42 y 43.

Pocos sabrán también que la diferencia con los llamados transgénicos es que las modificaciones genéticas pueden hacerse ahora no solo con el maíz sino con genes de cualquier especie. (...)

Mediante la encuesta también se encontraría que las ideas negativas que el común de los ciudadanos tiene hoy en día sobre los alimentos transgénicos, al menos en lo que a su efecto en la salud humana se refiere, no proviene de ninguna evidencia documentada, sino de lo que se sabe indirectamente a través de lecturas que no fueron cuestionadas o debatidas, o por lo menos que se ha escuchado en radio y televisión. (...)

(En los siguientes párrafos el autor del artículo comenta la nota *Embarazos transgénicos* publicado el 15 de junio de 2002, en el diario mexicano *La Jornada*. La nota cuenta la experiencia de un criador de cerdos cuyas hembras parecían preñadas y de pronto el embarazo desaparecía. El fenómeno también se daba entre otros criadores de la zona. Todos ellos alimentaban sus cerdos con maíz transgénico del tipo Bt que se encontraba contaminado por ciertos hongos. Cuando dejaron de alimentar los cerdos con ese maíz, las hembras volvieron a tener cría. De los estudios sobre el maíz contaminado resultó que la causa de la anormalidad era una toxina liberada por aquellos hongos. Sin embargo, dice el autor, no se analizó esa información y rápidamente la causa de la esterilidad de las cerdas quedó asociada a la alimentación con productos transgénicos.)

Me pregunto: ¿en la mente de cuántos lectores del artículo de *La Jornada* habrá quedado ligada la imagen del maíz transgénico con una triste cerda, incapaz de crear cochinitos? ¿No sería ético que quienes escriben sobre este tipo de noticias les dieran un seguimiento riguroso? ¿No es deber de todos velar por la información científica y tecnológica objetiva?

Es una pena que en este país no tengamos suficientes espacios y gente informada como para evitar que quien escriba algo ciertamente polémico, por llamarlo de alguna manera, no tenga que proporcionar alguna evidencia de que lo que escribe es verificable y, más aún, dar un seguimiento a sus planteamientos. Yo no tengo ningún interés en convencer a la gente de que coma maíz transgénico y mucho menos que los productores compren semillas a las grandes empresas transnacionales del agro, soy además devoto consumidor de maíz de todos los colores, y me preocupa la conservación del medio ambiente, la biodiversidad y sobre todo lo que la Biotecnología moderna puede hacer a este respecto, incluido el maíz. Pero creo que debemos movernos hacia una ética periodística que impida que se sorprenda al lector; o más bien, que se le dé el mayor número de elementos para que se haga una opinión fundamentada y se contrarreste el profundo y casi permanente impacto que la primera impresión de la lectura de una catástrofe o riesgo alimentario puede dejar en nuestro subconsciente si no es desmentida, y que origina muchas de nuestras ideas preconcebidas.

Revista de Divulgación de la Ciencia *¿Cómo ves?*, año 5, número 50, de la Universidad Nacional Autónoma de México

- verbos en presente y en primera persona del singular o del plural del plural (sugiero, puedo afirmar, consumimos, creo, debemos movernos).
- deícticos personales, temporales y espaciales (para empezar, acto seguido, me pregunto, yo, yo tácito, nosotros tácito, nuestro).
- conectores argumentativos (Sin temor a equivocarme puedo afirmar que... y que, Pocos sabrán también que, Mediante la encuesta también se encontraría que, ¿No sería ético?, ¿No es deber de todos?, Es una pena que en este país no tengamos, no tengo ningún interés en... y mucho menos que, soy además... y me preocupa... y sobre todo lo que).
- conectores aditivos (no solo... sino, y... más aún).
- conectores contrastivos (al menos, no... sino, pero).

Los conectores argumentativos

Además de los conectores de base causal, como los causativos, los consecutivos, los condicionales y los finales, en la argumentación también se usan conectores de certeza.

- **conectores de certeza**: son los conectores que indican que los enunciados siguientes son afirmaciones ya probadas por el autor (tesis validadas) o aseveraciones aceptadas por una comunidad. *Es evidente que, es indudable que, nadie puede ignorar que, es incuestionable que, de hecho, en realidad, está claro que*; son conectores argumentativos de certeza.

Los deícticos personales, temporales y espaciales

Es el conjunto de palabras que orientan o dan significado a la enunciación.

Yo, nosotros y vos; son deícticos personales.

Aquí, atrás, a la izquierda; son deícticos espaciales.

Ayer, antes, mañana; son deícticos temporales.



1. Seleccionen dos cartas de lectores publicadas en periódicos e identifiquen sus características de texto argumentativos como se procedió en estas páginas.

2. Teniendo en cuenta las características propias de los textos argumentativos, elaboren y escriban una argumentación para defender la producción de aerosoles y otra para prohibir su comercialización por los efectos nocivos que ocasionan sobre el ambiente.

3. Busquen dos propagandas con una argumentación implícita.

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

6 ACCIONES DEL ORGANISMO SOBRE EL MEDIO EXTERNO

Los movimientos del organismo

Como se explicó en los capítulos anteriores, el organismo utiliza la energía obtenida a través del metabolismo de los nutrientes en múltiples y variadas actividades. La producción de calor, el crecimiento, la reparación de tejidos y la realización de movimientos son algunas de las actividades en las que el organismo invierte gran parte de esa energía.

La mayoría de las actividades que realizamos son posibles por el funcionamiento conjunto e integrado de **huesos**, **articulaciones** y **músculos**, es decir, del **sistema osteo-artro-muscular**.

El sistema osteo-artro-muscular facilita la vinculación o relación del cuerpo con el medio externo, ya que todas las tareas físicas que realizamos implican la activación de ciertos músculos, los cuales, a su vez, producen el movimiento de determinados huesos, relacionados entre sí por articulaciones específicas.

Como cualquiera de los otros sistemas que se han explicado en los capítulos anteriores, éste no actúa de manera aislada: para su buen funcionamiento es imprescindible su relación con otros sistemas del organismo. El sistema osteo-artro-muscular efectúa las respuestas que elabora el **sistema nervioso** como, por ejemplo, al patear una pelota, escribir o correr una carrera.

En síntesis, el sistema osteo-artro-muscular y el sistema nervioso participan en los **movimientos controlados** y **coordinados**, y el mantenimiento de la **postura corporal** del organismo.

Estructura y dinámica del sistema osteo-artro-muscular

El sistema osteo-artro-muscular puede estudiarse como la integración de tres susbsistemas: el **óseo**, conformado por todos los huesos que componen el esqueleto; el **articular**, constituido por las articulaciones que vinculan los huesos y el **muscular**, formado por todos los músculos.





Huesos cortos



Huesos planos



Subsistema óseo

El subsistema óseo está conformado por todos los huesos del cuerpo. Sobre estos órganos se insertan los músculos, cuya contracción sincronizada permite el mantenimiento de diferentes posturas, la realización de **movimientos** y el **desplazamiento**.

Además de esas funciones, algunos huesos participan en la **protección** porque delimitan cavidades que contienen órganos, como los pulmones, el cerebro y el corazón.

Como se explicó en el Capítulo 3, los huesos participan en la **producción de las células sanguíneas** y, además, constituyen una importante **reserva de minerales** para el organismo. Por ejemplo, cuando el calcio o el fósforo son escasos en la dieta, los huesos los liberan hacia el torrente sanguíneo.

Los 206 huesos que componen este subsistema se organizan en un esqueleto central o axial y un esqueleto apendicular.

El **esqueleto central** o **axial** constituye el eje del cuerpo. Está formado por la **columna vertebral**, el **cráneo** y el **tórax**.

El **esqueleto apendicular** está conformado por las **extremidades** –superiores e inferiores– y las cinturas, que permiten la articulación de las mismas con el esqueleto axial: la **cintura escapular**, con los miembros superiores; y la **cintura pélvica**, con los miembros inferiores. Todos estos huesos proporcionan la forma característica del cuerpo humano.

LA FORMA DE LOS HUESOS

Según la forma, las dimensiones y las actividades en las que intervienen, los huesos se clasifican en largos, cortos y planos.

Los **huesos largos** son aquellos en los cuales la longitud predomina sobre el ancho y el espesor, como por ejemplo, uno de los huesos que constituyen el brazo, el **húmero**. Por lo general, los huesos largos participan en el soporte y sostén del cuerpo y permiten su desplazamiento. Están formados por dos cabezas ubicadas en los extremos denominadas **epífisis** y un cuerpo o **diáfisis**, en el interior del cual se encuentra la cavidad **medular**, donde se aloja la **médula ósea**.

Los **huesos cortos** tienen las tres dimensiones similares, como el cuerpo de las **vértebras**. Pueden resistir grandes presiones.

Los **huesos planos** son los que presentan un predominio de la longitud y el ancho sobre el espesor, como por ejemplo el **occipital**. Por lo general, delimitan cavidades que alojan órganos y contribuyen a la protección de los mismos.

Los huesos de las vacas son utilizados en la elaboración de caldos, pucheros y guisos, que adquieren un sabor especial debido a la sustancia grasa que aporta la médula ósea o caracú.





Las epífisis de los huesos largos están formadas por tejido óseo esponjoso. Las diáfisis son tubos de tejido óseo compacto.



1. Además de las establecidas en estas páginas, piensen en otras relaciones entre el osteo-artro-muscular y los demás sistemas del organismo.
2. Observen el modelo de sistema óseo de la página 142 e identifiquen los huesos que se mencionan en el texto. Clasifíquenlos en huesos cortos, planos y largos.
3. Si en la escuela tienen un esqueleto completo o solo algunos huesos largos, observen con atención su superficie, busquen marcas, rugosidades y orificios. Señalen la diáfisis y las epífisis. Ubíquenlos sobre su cuerpo, como si les pertenecieran, y determinen en qué tipo de movimiento intervienen.

LA CONSTITUCIÓN DE LOS HUESOS

Los huesos están formados por **tejido óseo**, constituido por células llamadas **osteocitos** y una **sustancia intercelular** elaborada por dichas células. Dicha sustancia intercelular está compuesta por un 40% de agua y un 60% de materiales sólidos inorgánicos y orgánicos. Entre los constituyentes sólidos e inorgánicos, se encuentran la **apatita** y la **hidroxiapatita**, materiales compuestos principalmente por fosfatos y carbonato de calcio. Entre los constituyentes sólidos orgánicos, los huesos tienen **fibras de colágeno** y **mucopolisacáridos**.

Las células y la sustancia intercelular se disponen en forma de laminillas, que dan origen a tres tipos de tejido óseo: esponjoso, compacto y haversiano.

En el **tejido óseo esponjoso**, las laminillas se disponen de manera irregular y dejan espacios entre sí. En esos espacios se encuentra la **médula ósea roja**, tejido donde se producen las células sanguíneas.

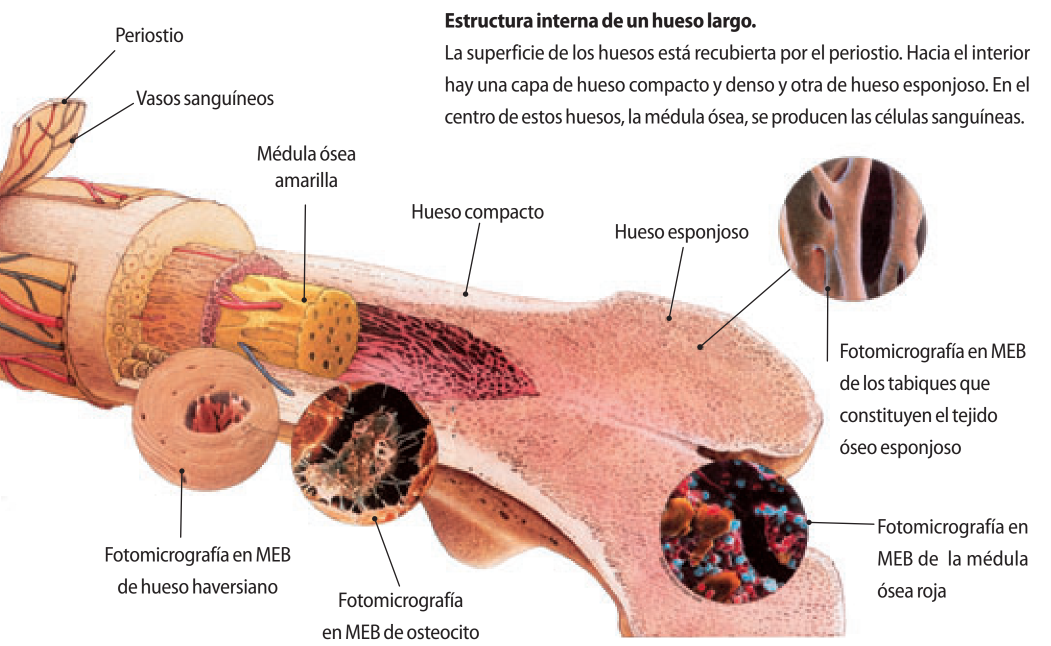
El tejido óseo esponjoso se encuentra en el interior de las epífisis y en ciertos sectores de la cavidad medular de los huesos largos. También en el interior de los huesos cortos y planos.

Con el paso de los años, la médula ósea roja pierde su actividad formadora de células sanguíneas y se transforma en la **médula ósea amarilla.** Este tejido constituye una fuente de reserva energética porque está conformado por gran cantidad de **células adiposas.** En los niños es mayor la proporción de médula ósea roja pero, a medida que pasa el tiempo, ésta es reemplazada por médula ósea amarilla, con abundante cantidad de células que contienen grasa.

En el **tejido óseo compacto** las laminillas se disponen de manera regular, formando capas sin espacios entre sí. Este tipo de tejido se encuentra en la superficie exterior de todos los huesos y en la superficie de la cavidad medular de los huesos largos.

El **tejido óseo haversiano** está formado por unidades menores, los **sistemas de Havers**, en los cuales las laminillas regulares y superpuestas se ubican de manera concéntrica, delimitando un conducto central, dentro del cual hay vasos sanguíneos que nutren el hueso. Este tipo de tejido se encuentra en la parte media de las diáfisis de los huesos largos, entre capas de los tejidos compacto y esponjoso.

Cada uno de los huesos está recubierto por una capa de tejido conectivo, el **periostio**, en la que se encuentran fibras de colágeno, que lo protegen, y vasos sanguíneos, que lo nutren.



Estructura interna de un hueso largo.
La superficie de los huesos está recubierta por el periostio. Hacia el interior hay una capa de hueso compacto y denso y otra de hueso esponjoso. En el centro de estos huesos, la médula ósea, se producen las células sanguíneas.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

Un esqueleto a medida
Entre las diáfisis y epífisis de los huesos largos hay un disco cartilaginoso llamado **cartílago de crecimiento** o de **conjunción.** En esta estructura se produce la multiplicación celular y la osificación que provocan el crecimiento longitudinal de esos huesos.
En un organismo de aproximadamente 20 años, todo el cartílago de crecimiento se ha osificado y el crecimiento se detiene.
Los huesos también crecen en grosor cuando las células del periostio se reproducen y forman nuevas capas.
El crecimiento en grosor permite la reparación de los daños ocurridos por fracturas.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

En un adulto:
- sus 206 huesos pesan aproximadamente 15 kg (20% del peso corporal); y
- sus 600 músculos pesan alrededor de 30 kg (40% del peso corporal)

Subsistema articular

El subsistema articular del organismo está conformado por el conjunto de articulaciones que relacionan los huesos entre sí.

Según el grado de movilidad que presenten, las articulaciones se clasifican en inmóviles o fijas, semimóviles y móviles.

En las **articulaciones inmóviles** o **fijas** no hay movilidad entre los huesos que relacionan. Este tipo de unión entre huesos resulta de la aproximación de sus superficies, o de su relación por bandas de tejido fibroso o cartilaginoso.

Las **articulaciones semimóviles** permiten escasa movilidad entre los huesos que relacionan. En éstas, la superficie articular está recubierta por una capa de **cartílago** que disminuye el rozamiento y están compuestas de una estructura en forma de anillo, el **fibrocartílago**, que aumenta la superficie articular. Entre las superficies articulares hay una “almohadilla” llamada **menisco** que amortigua las presiones y **ligamentos** o cordones fibrosos que mantienen los huesos unidos entre sí.

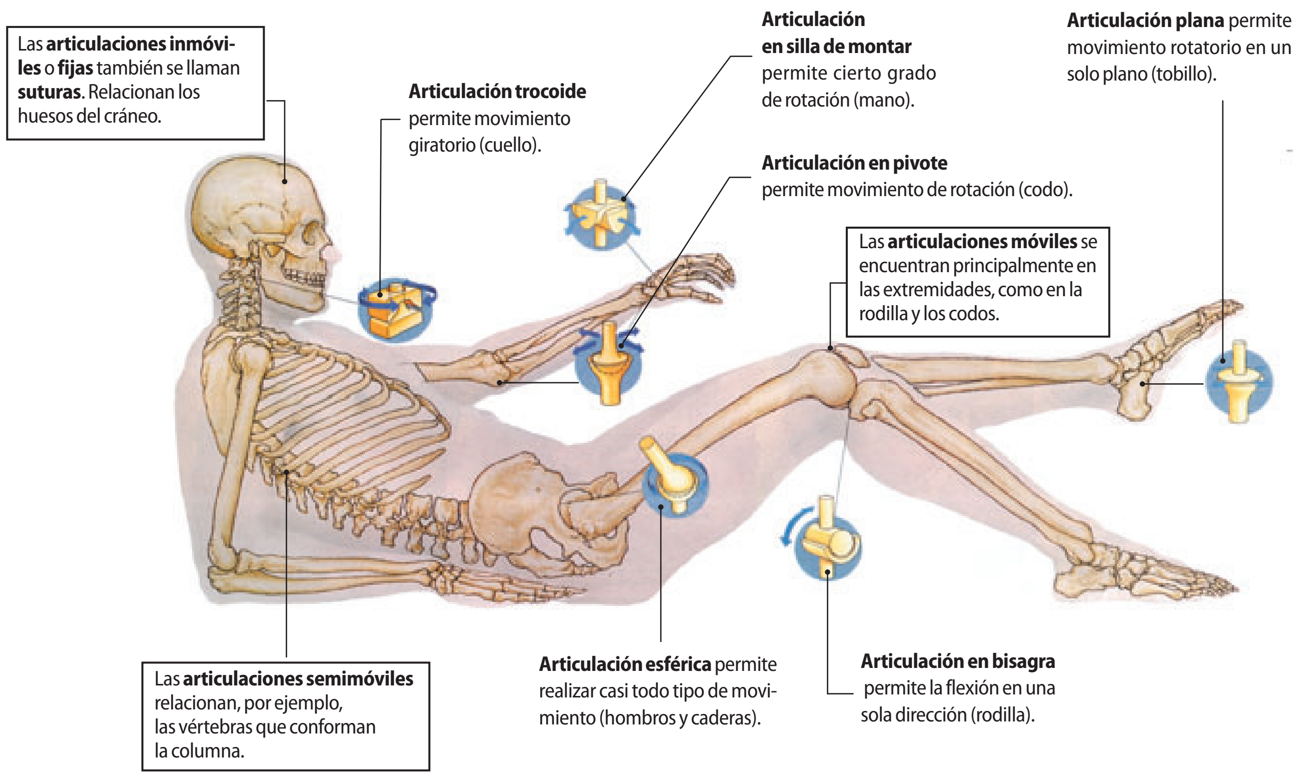
Las **articulaciones móviles** son las más numerosas del cuerpo y permiten una gran variedad y amplitud de movimientos entre los huesos que asocian. En este tipo de articulación, las superficies articulares de los huesos están recubiertas por **cartílago articular**. Una articulación móvil como la de la rodilla, está conformada por estructuras que amplían la superficie articular y mantienen unidos los huesos firmemente. Los **ligamentos** relacionan los huesos con las **membranas sinoviales**, que revisten la cápsula articular y segregan el **líquido sinovial**. Este fluido llena y lubrica la cápsula; esto disminuye la fricción y facilita el movimiento.

Hueso pélvico

Ligamentos

Fémur

Articulación de la cadera.





1. Relean el texto y elaboren un cuadro comparativo de los distintos tipos de articulaciones. Presten especial atención a las estructuras que componen cada una.

2. Según la clasificación realizada, piensen otros ejemplos de articulaciones para incorporar en el cuadro.

Subsistema muscular

La variedad de movimientos del cuerpo no solo es posible por el sostén que le proporciona el esqueleto y las articulaciones, sino también por la presencia de los **músculos esqueléticos**, así llamados porque actúan sobre los huesos.

Como otros tipos de músculos, los esqueléticos tienen la capacidad de modificar su forma al contraerse y recuperarla posteriormente al relajarse.

La unión de los músculos con los huesos se realiza a través de los **tendones**.

Al igual que en el caso de los huesos, según sus dimensiones los músculos pueden clasificarse en largos, cortos y anchos.

Los **músculos largos**, como el **bíceps**, se encuentran por lo general en las extremidades y se caracterizan por permitir la realización de movimientos amplios.

Los **músculos cortos** permiten movimientos limitados y sostenidos, como los **interespinosos**, ubicados entre las vértebras de la columna.

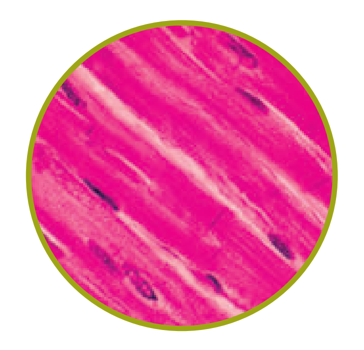
Los **músculos anchos** conforman paredes de cavidades, como por ejemplo los de la pared abdominal, y permiten movimientos limitados y no muy sostenidos.

Los músculos esqueléticos están formados por **tejido muscular estriado** constituido, a su vez, por **células musculares estriadas** que se caracterizan por tener una gran longitud y varios núcleos. Las del **cuádriceps**, músculo ubicado en el muslo, pueden llegar a medir hasta 10 cm de largo. En su citoplasma tienen **miofibrillas**, formadas por las proteínas contráctiles: **actina** y **miosina**.

Cuando el músculo recibe algún tipo de estímulo, se produce la liberación de iones de calcio (Ca^{2+}). Esto provoca el deslizamiento de los filamentos de actina sobre los de miosina y determina el acortamiento o **contracción muscular**. Al reabsorberse el calcio nuevamente, la actina vuelve a su posición inicial; esto provoca la **relajación muscular**. Este fenómeno requiere de energía que proviene del ATP que se obtiene a partir del proceso de **respiración celular**, realizado en las mitocondrias a partir de glucosa y oxígeno.

Cuando el ejercicio muscular es muy intenso, la cantidad de oxígeno se vuelve insuficiente y la glucosa se transforma en **ácido láctico**, en vez de ser reducida a dióxido de carbono y agua. En este proceso se obtiene menor cantidad de energía que en la respiración celular. La acumulación de ácido láctico en los músculos, causa fatiga y dolor.

Si bien la contracción muscular implica un acortamiento de las fibras musculares, es posible que los músculos se contraigan sin disminuir notablemente su longitud. Cuando esto sucede, aumenta la tensión muscular y se dice que la contracción es **isométrica**. Cuando al contraerse, un músculo se acorta y se vuelve más grueso, se dice que la contracción es **isotónica**.



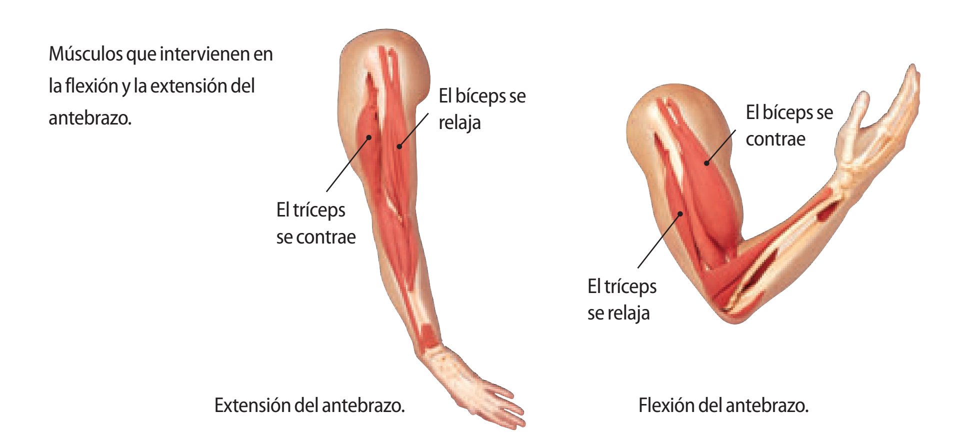
Fotomicrografía en MO de tejido muscular.

ACTIVIDADES

1. Contraigan el bíceps de un brazo y con la mano del otro hagan fuerza para evitar que el codo se doble. Observen qué ocurre con ese músculo del brazo que quieren doblar. Han producido una contracción isométrica del bíceps.

2. Levanten un objeto pesado y doblen el codo del brazo con que lo sostienen. Observen qué ocurre con el bíceps de ese brazo. Han producido una contracción isotónica del bíceps.

Músculos que intervienen en la flexión y la extensión del antebrazo.



Extensión del antebrazo.

Flexión del antebrazo.

El estudio del cuerpo en el Renacimiento

LA INVENCIÓN DE LA IMPRENTA, EL DESCUBRIMIENTO DEL NUEVO MUNDO, LA TEORÍA HELIOCÉNTRICA, EL INTERÉS POR LAS CUALIDADES Y CAPACIDADES DE LOS HUMANOS Y EL SURGIMIENTO DE LA CIENCIA MODERNA FUERON ALGUNOS DE LOS FACTORES QUE DELIMITARON EL PRINCIPIO DEL RENACIMIENTO, PERÍODO QUE, SEGÚN ALGUNOS ESPECIALISTAS, TRANSCURRIÓ ENTRE LOS AÑOS 1450 Y 1600. DURANTE ESE LAPSO TAMBIÉN SE PRODUJO LA "REVOLUCIÓN ANATÓMICA", EN LA QUE INTERVINIERON CIENTÍFICOS Y ARTISTAS.

El primer paso hacia la "revolución anatómica" lo hizo Mondino de Luzzi (1270-1326), quien describió con detalles sus disecciones de cadáveres en uno de los primeros libros sobre anatomía humana.

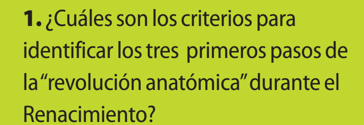
El segundo paso lo dieron grandes maestros de la pintura como Miguel Ángel, Rafael, Durero y Leonardo da Vinci. Los primeros dibujos anatómicos de Da Vinci (1452-1519) reflejan poco conocimiento de los órganos internos del cuerpo humano, pero gran familiaridad con su aspecto externo. Para lograr mayor realismo en sus dibujos, Leornardo disecaba cadáveres humanos y de animales. Sus últimas obras revelan no solo una observación minuciosa sino también un maravilloso sentido artístico.

Da Vinci planeaba escribir un libro de anatomía humana con Marcoantonio della Torre, profesor en Pavía, pero la muerte de éste no lo permitió y sus dibujos y escritos quedaron ocultos hasta el siglo pasado. Hoy, en sus libros de notas, es posible leer los siguientes aforismos:

25. Los antiguos llamaban al hombre un mundo menor, designación justa, porque está compuesto de tierra, agua, aire y fuego como el cuerpo terrestre, y a él se asemeja. Si el hombre tiene sus huesos, que le sirven de armadura y sostienen su carne, el mundo tiene sus rocas que sostienen su tierra; si el hombre tiene dentro de sí un lago de sangre, donde crece y decrece el pulmón para su respiración, el cuerpo de la tierra tiene su mar océano que, cada seis horas, crece y decrece también para su respiración; si de aquel lago de sangre derivan las venas que van ramificándose por todo el organismo, análogamente el mar océano llena el cuerpo terrestre con innumerables venas de agua; pero faltan a nuestro globo los nervios, que no le han sido dados porque ellos están destinados al movimiento, y el mundo, en su perpetua estabilidad, carece de movimiento, y donde no hay movimiento los nervios son inútiles. Pero, en todo lo demás, el hombre y el mundo son semejantes.

38. Los músculos con sus tendones obedecen a los nervios, como los soldados a sus capitanes; y los nervios están subordinados al cerebro, como los capitanes al supremo comandante; la coyuntura obedece, pues, al tendón, el tendón al músculo, el músculo al nervio y el nervio al cerebro. El cerebro es el sitio del alma, cuya proveedora es la





1. ¿Cuáles son los criterios para identificar los tres primeros pasos de la "revolución anatómica" durante el Renacimiento?

2. ¿Qué analogías empleó Da Vinci en sus aforismos para describir la compleja organización del cuerpo humano?

3. ¿Por qué critica Vesalio la manera en que los maestros enseñaban anatomía a sus discípulos?

memoria y cuya consejera es la sensibilidad.

El tercer paso en la revolución anatómica lo dió el médico belga Andreas Vesalio (1514-1564). Cuando Vesalio estudiaba, los conocimientos anatómicos se impartían a partir de la lectura de los textos de Galeno e Hipócrates, mientras un barbero o cirujano realizaba la disección de un cadáver.
En contra de esta corriente, Vesalio sostuvo que el estudio de la anatomía del cuerpo humano debía realizarse a través de la disección directa de cadáveres y no a partir de la interpretación de textos antiguos. Así, en su tesis de grado se opone fuertemente a los escritos de Galeno, y sus maestros lo tratan de loco.
A los 23 años, daba lecciones de anatomía humana en recintos multitudinarios.
Con solo 28 años de edad, en 1543, escribió *De Humani corporis fabrica*, una de las obras más importantes de la historia de la medicina.
En este texto Vesalio describe el cuerpo humano como una fábrica o edificio y separa la "forma" de la "función" fomentada por Galeno.
De Humani corporis fabrica no es un libro perfecto ni por su texto ni por sus ilustraciones, pero enfrenta duramente al estudio de la anatomía y a los profesores de medicina de la época. Esta oposición ha quedado plasmada en la introducción del libro, donde critica la distancia que se interpone entre los maestros de anatomía y la mesa de disecciones.
En su obra es posible leer:

Los primeros (cirujanos o barberos) son tan ignorantes de idiomas que son incapaces de explicar sus disecciones a los espectadores y confunden lo que debería demostrarse de acuerdo con las instrucciones del médico, quien, como nunca ha usado sus manos en la disección de un cadáver, torpemente maneja el barco desde su manual. De esta manera todo se enseña mal en las escuelas y los días se gastan en preguntas ridículas, de modo que en tal confusión menos se presenta a los espectadores que lo que cualquier carnicero podría enseñarle en su tienda a un médico. Tengo conciencia de que por mi edad –actualmente tengo 28 años de edad– mis esfuerzos poseen poca autoridad y que debido a las frecuentes indicaciones de falsedad de las enseñanzas de Galeno, no encontrarán protección en contra de ataques de los que no estuvieron presentes en mis demostraciones anatómicas o no han estudiado ellos mismos la materia con asiduidad.

El libro de Vesalio constituye una obra trascendental en la historia de la ciencia, ya que es uno de los primeros textos donde la observación de la realidad es más importante que lo escrito sobre ella por las autoridades de la época.
Después de la publicación de su gran libro, llegó a ser el médico de Felipe II, quien lo absolvió de su condena a ejecución por realizar accidentalmente una disección en una persona que aún estaba viva. No obstante, Vesalio debió pagar su equivocación viajando a Tierra Santa (Jerusalén). Se cree que murió en su viaje de regreso en la isla griega de Zante, en circunstancias poco claras, a los 50 años de edad.



4. Construyan una línea de tiempo y ubiquen en ella el período comprendido por el Renacimiento y por las vidas de Mondino de Luzzi, Da Vinci, Miguel Ángel, Rafael, Durero, Galeno, Hipócrates y Vesalio.



ACTIVIDADES

Observen los gráficos del esqueleto, las articulaciones y los músculos de estas páginas e indiquen qué huesos, articulaciones y músculos participan en cada una de las siguientes acciones.

- Levantar los hombros.
- Extender una pierna.
- Levantar un brazo para saludar.

Dinámica del sistema osteo-artro-muscular

El análisis del funcionamiento integrado de huesos, articulaciones y músculos permite comprender cómo se logra mantener una postura erguida o realizar una diversidad de movimientos, desde los más simples hasta los más complejos.

Para todo ello, no solo es necesaria la contracción de un grupo de músculos y la relajación de los opuestos, sino también la participación del sistema nervioso que recibe y procesa información proveniente de los órganos visuales, del equilibrio y de los propios músculos.

Por ejemplo, al estar de pie flexionar una pierna sobre la otra parece algo sencillo, que no requiere de gran destreza. Sin embargo, exige que los **glúteos**, músculos que se insertan en los huesos coxal, sacro, cóccix y fémur, estén semicontraídos, mientras que el **tensor de la fascia lata**, que se extiende desde el coxal hasta la tibia, se contraiga para mantener equilibrio del cuerpo.

Para flexionar la pierna, deben contraerse el **sartorio**, que se extiende desde el coxal hasta la tibia, el recto interno, que se inserta en el pubis y en la tibia, el **bíceps crural**, que va desde el coxal al peroné, el **semitendinoso** y el **semimembranoso**, que se extienden desde el coxal hasta la tibia y la rodilla; a la vez que el **tensor de la fascia lata** se halla en posición relajada. De esta manera, los huesos de la pierna (tibia y peroné) articulados con el hueso del muslo (fémur) por medio de la articulación de la rodilla, se flexionan.



LA ENERGÍA DEL HOMBRE

La energía necesaria para realizar ejercicios de gran intensidad y poca duración (5 a 60 segundos) proviene de vías predominantemente anaeróbicas (sin utilización de oxígeno), mientras que las fuentes energéticas para realizar las contracciones musculares durante ejercicios prolongados están en el metabolismo aeróbico (con utilización de oxígeno).



Homeostasis en las acciones del organismo humano

El calcio y la glucosa son dos materiales fundamentales en el movimiento y las acciones del organismo sobre el medio. El primero interviene en la composición del subsistema óseo, y el segundo en la dinámica del subsistema muscular.

REGULACIÓN DE LA CALCEMIA

El calcio interviene en la **contracción de los músculos**, en la **transmisión del impulso nervioso** y en la **coagulación de la sangre**.

Este mineral ingresa en el organismo por la ingesta de alimentos y la absorción intestinal. Aproximadamente el 1,5% del peso del corporal corresponde al calcio, que se halla casi en su totalidad formando parte de los huesos. El resto está en los líquidos del cuerpo (en el plasma y en el medio intercelular).

En el organismo hay dos tipos de reservas de calcio almacenadas en los huesos que se diferencian por el grado de facilidad con la que realizan intercambios con el medio interno. Una reserva es de **intercambio continuo**, y regula la concentración de calcio en sangre. La otra reserva es más estable y de **intercambio más lento**; está relacionada con la remodelación del hueso y se encuentra en un proceso continuo de depósito y liberación de calcio hacia la sangre.

Como se explicó en el Capítulo 4, los riñones participan del mantenimiento del equilibrio del calcio, sobre todo a nivel plasmático. Si bien este mineral se filtra en el riñón, gran parte del mismo vuelve a la sangre al ser reabsorbido por los túbulos de los nefrones.

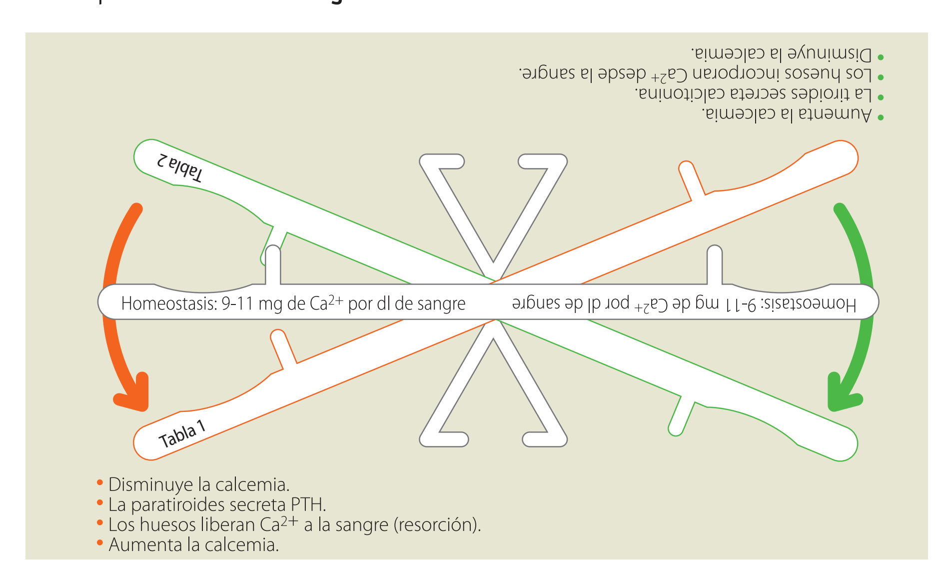
Como el sistema excretor, el subsistema óseo también contribuye en la regulación del equilibrio de los iones calcio; proceso en el cual intervienen dos hormonas.

La **calcitonina** es producida por la **glándula tiroides** y promueve la formación de los huesos, incorporando el calcio que circula por la sangre. Por lo tanto, esta hormona disminuye la concentración de calcio en la sangre o **calcemia**.

La **hormona paratiroidea** (**PTH**) se produce en las **glándulas paratiroides** y moviliza el calcio desde los huesos hacia la sangre (**resorción ósea**).

La secreción de calcitonina y de PTH está regulada por los niveles de calcio en sangre. Ante una variación de la calcemia, la tiroides o la paratiroides detectan el cambio y secretan la hormona correspondiente. El resultado de una u otra acción, es la homeostasis del calcio, es decir, el equilibrio en la cantidad normal de este mineral en la sangre.

Como la calcitonina disminuye la calcemia y la PTH la aumenta, estas hormonas se considera que son **hormonas antagónicas** entre sí.



Desequilibrios preocupantes

Cuando, como consecuencia de un mal funcionamiento de las glándulas paratiroides, hay poca producción (**hiposecreción**) o falta la hormona PTH, la concentración de calcio en sangre puede ser tan baja que aumenta la excitabilidad de las células nerviosas y musculares. Este fenómeno desencadena la contracción sostenida de los músculos, en especial los de las extremidades y la laringe. En casos extremos esas contracciones pueden producir muerte por asfixia.

Cuando, por el contrario, hay **hipersecreción** de PTH, se incrementa la resorción ósea y los huesos se desmineralizan. Este fenómeno también aumenta la concentración de calcio sanguíneo y los riñones actúan sobreexigidos sin poder mantener los valores normales de este mineral en la sangre. Este fenómeno puede llegar a producir depósitos sólidos de calcio en los riñones, **cálculos renales**.



Relean la información del texto sobre la regulación del equilibrio del calcio y elaboren una hipótesis sobre posibles consecuencias de las siguientes situaciones.

a. Debido a un tumor maligno, a una persona le extraen las glándulas paratiroides.

b. Una persona que tiene un cuadro grave de desnutrición presenta muy bajos niveles de calcio en sangre.

Este sube y baja es un modelo que representa los procesos que regulan los niveles de calcio en la sangre. Para comprenderlo, primero observen la situación de la tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

REGULACIÓN DE LA GLUCEMIA Para realizar cualquier actividad física, los músculos requieren energía para contraerse, la que se obtiene de la degradación de la **glucosa** durante la respiración celular.

La glucosa ingresa en el organismo con la ingesta de alimentos y la absorción intestinal; ésta circula por la sangre y atraviesa las membranas de todas las células que componen el organismo. En las del hígado (**células hepáticas**) y en las **células musculares**, la glucosa puede ser degradada para la obtención de energía, o usada como unidades en la síntesis del polisacárido llamado glucógeno. Por eso, las principales reservas de **glucógeno** del cuerpo están almacenadas en el **hígado** y en los **músculos esqueléticos**.

Del total de glucosa que ingresa en el organismo, aproximadamente un 5% es transformado en glucógeno en el hígado; entre 30 y el 40% es convertido en grasa; y el resto es degradado durante la respiración celular.

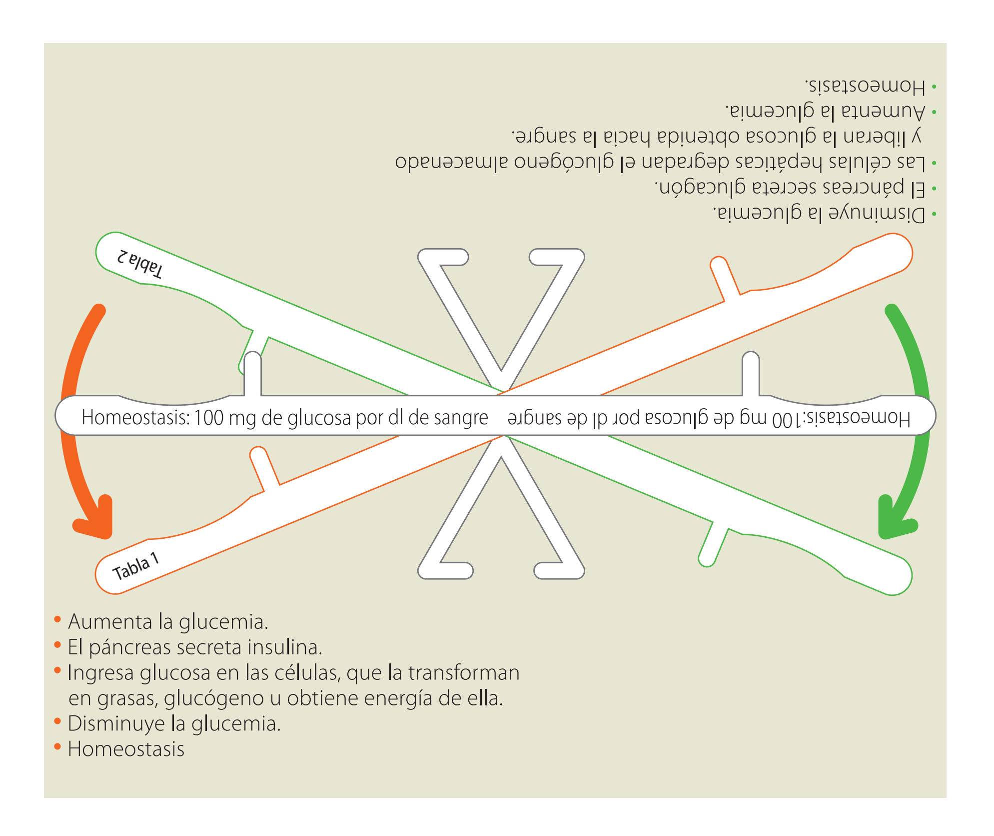
En casos de ayuno o de ejercicio intenso, el glucógeno almacenado en el hígado es convertido gradualmente en glucosa, la que luego pasa a la sangre y es degradada en las células para la obtención de energía.

Normalmente, la cantidad de glucosa que ingresa en la sangre por medio de la absorción intestinal y la que sale de ésta por su consumo o almacenamiento en las células, está en equilibrio.

La concentración de glucosa en la sangre (**glucemia**) está regulada por dos hormonas que producen y liberan agrupaciones específicas de células llamadas **islotes de Langerhans**, ubicados en el **páncreas**.

La **insulina** es la hormona que provoca el almacenamiento de glucosa en las células; mientras que el **glucagón** tiene el efecto contrario; por eso se las considera **hormonas antagónicas** entre sí.

Este sube y baja es un modelo que representa los procesos que regulan los niveles de glucosa en la sangre. Para comprenderlo, primero observen la situación de la tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la tabla 2 y lean el texto del color correspondiente





Imaginen que son investigadores de la cátedra de Fisiología de una prestigiosa universidad y deben investigar la actividad hormonal del páncreas en ratas de laboratorio (su modelo de estudio). Basándose en la información aportada por el texto, diseñen la serie de experimentos que les permitirían corroborar la acción de la insulina y el glucagón en el organismo de estos animales.

36 || CLARIN || SOCIEDAD || 18 de noviembre de 2004

ESTUDIO DE BIÓLOGOS NORTEAMERICANOS

El cuerpo humano actual y el desplazamiento del hombre primitivo

Homo erectus pudo haber sido rápido y resistente como un maratonista para conseguir comida.

Silvia S. Simonetti

Una serie de rasgos fisiológicos aparentemente azarosos aparecidos hace millones de años, confluyeron en la transformación de los seres humanos en **corredores de una resistencia inusualmente elevada**, lo que permitió a nuestros antiguos ancestros competir por alimentos con veloces carnívoros de cuatro patas **y sirvió para definir la forma humana que conocemos hoy**.

Así lo afirman antropólogos de la Universidad de Harvard y la de Utah en la última edición de la revista *Nature*. Allí informan sobre la **evolución de ciertos rasgos**, como una pequeña saliente o reborde en la base de nuestros cráneos, hombros separados de la cabeza, una vasta serie de elásticos tendones en la parte trasera de nuestras piernas y pies, así como nalgas bien definidas.

"Todas estas características anatómicas particulares vuelven a los humanos **corredores sorprendentemente buenos**", asegura Daniel Lieberman, profesor de Antropología en la Facultad de Artes y Ciencias de Harvard. "Lo que estas características y otras evidencias fósiles parecen decirnos es que las carreras evolucionaron de forma tal que nuestros ancestros directos pudieron competir con otros carnívoros y **tener acceso a las proteínas necesarias**".

"Estamos muy seguros de que el hecho de elegir correr es algo que tuvo mucho que ver con los orígenes de la forma moderna del cuerpo humano", señala Dennis Bramble, profesor de Biología en la Universidad de Utah. "En otras palabras: correr nos volvió humanos, al menos en lo anatómico. Creemos que correr es uno de los hechos más transformadores de la historia humana."

De acuerdo con Bramble y Lieberman, en los ancestros del hombre aparecieron rasgos físicos que desembocaron en el cuerpo humano actual, adaptado no sólo a la marcha bípeda sino también a la carrera de resistencia.

Hace 13 años, Lieberman y Bramble empezaron a cuestionarse **por qué razón los cerdos corren tan mal**. Bramble notó que, a diferencia de los caballos, los perros, los leopardos y otras especies que son buenas corredoras, los cerdos **carecen de la llamada saliente de la nuca en la base de sus cráneos**, que se vincula con una ancha franja de tejido que mantiene firme a la cabeza del animal cuando éste corre.

Rastros de esta saliente craneal pueden encontrarse en humanos que datan de **varios millones de años**, aunque los fósiles de los primeros humanos mostraron que **ni los primeros homínidos, ni los chimpancés que son sus familiares más cercanos, tienen una saliente a la altura de la nuca**.

"A medida que pensamos más en la saliente de la nuca, empezamos a entusiasmarnos **con otras características relacionadas con huesos y músculos** que podían ser especiales para correr también, en lugar de nada más que para estar erguidos", confiesa Lieberman.

"Algo que me viene a la mente de inmediato es el tema de los hombros. Los hombros fornidos de los chimpancés y los *australopitecus* están conectados con sus cráneos. Con este tipo de esqueleto, trepan mejor por los árboles y se balancean entre las ramas. Los hombros de los humanos modernos, en cambio, **no están conectados con sus cráneos**, lo que les permite correr mejor", agregó el científico de Harvard.

Otro de los rasgos característicos del género humano, el músculo glúteo mayor que abarca a las nalgas, también contribuye a que los humanos sean mejores corredores que sus ancestros. Un rápido vistazo a un fósil de *australopitecus* revela que su pelvis, al igual que la de los chimpancés, soporta un músculo glúteo mayor modesto.

"Nuestro glúteo mayor estabiliza nuestro tronco cuando nos inclinamos para correr" explica Lieberman. "Una carrera es como una caída controlada y las nalgas ayudan a controlarla". Los corredores también reciben ayuda de sus tendones de Aquiles. Este vasto sistema de elásticos en las piernas y en los pies, sin embargo, no es necesario para caminar.



1. ¿Cuál fue el problema inicial que los investigadores intentaban resolver con su investigación?

2. ¿Cuál fue el primer resultado obtenido, que desencadenó el resto de las investigaciones?

3. Averigüen la ubicación y la actividad en la que interviene cada uno de los huesos, músculos, articulaciones y tendones mencionados en el artículo.

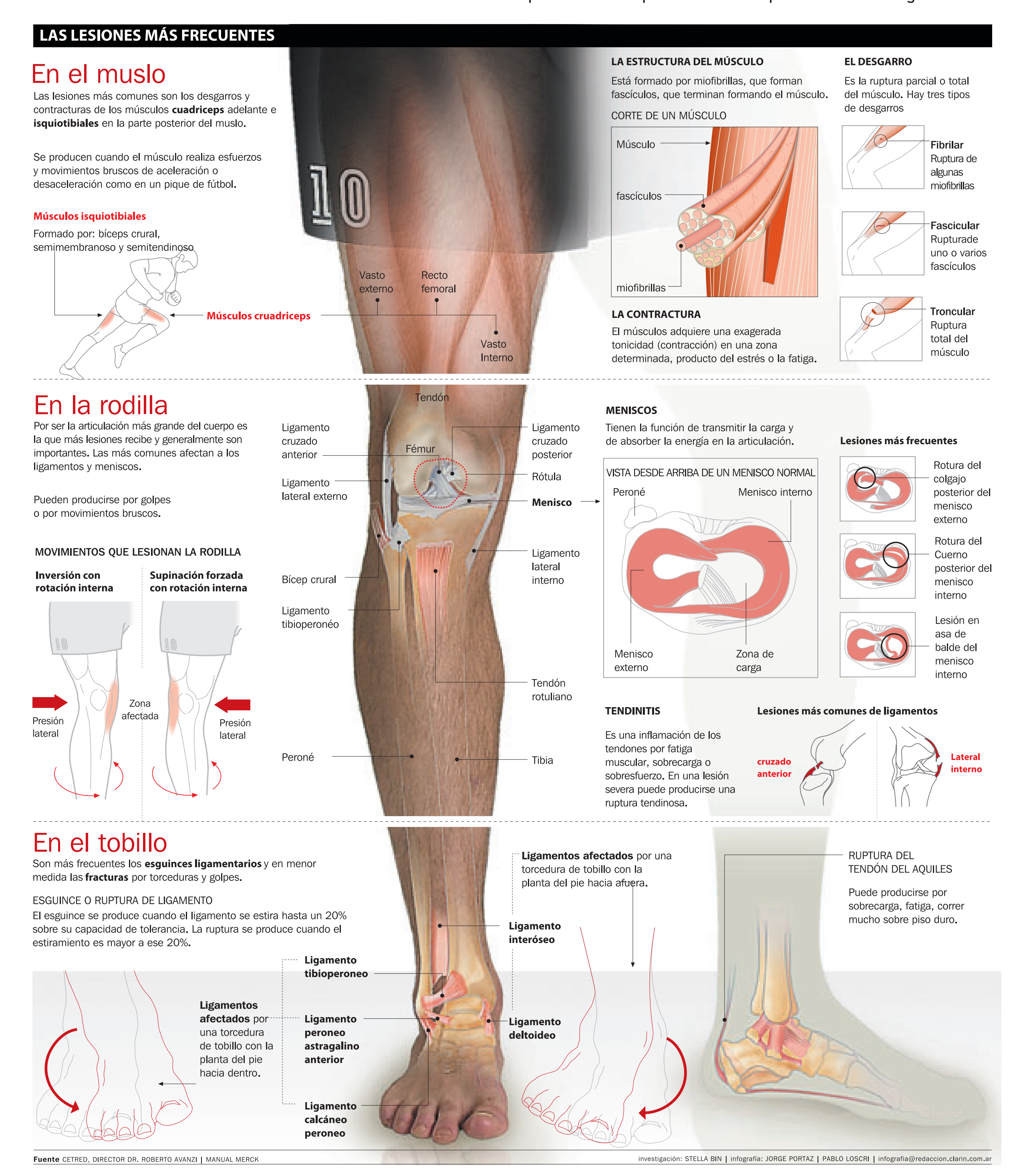
4. Elaboren un cuadro para comparar las características óseas, musculares y articulares entre los *australopitecus* y los humanos actuales.

Desequilibrios en las acciones sobre el medio

La función principal del sistema osteo-artro-muscular es la de posibilitar el movimiento coordinado del cuerpo. Sin embargo, hay muchas causas que originan desequilibrios que alteran la posibilidad de actuar sobre el medio.

AFECCIONES EN EL DESPLAZAMIENTO

Los esguinces de ligamentos, las fracturas, los desgarros, las contracturas, las tendinitis y las lesiones en los meniscos son algunas de las afecciones que alteran el equilibrio en el desplazamiento del organismo.

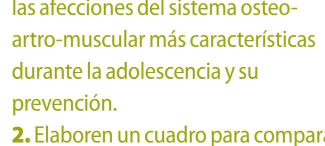


OSTEOPOROSIS

Uno de los desequilibrios relacionados con la actividad del subsistema esquelético es la **osteoporosis**, caracterizado por la pérdida de masa ósea por descalcificación. Este fenómeno vuelve a los huesos muy porosos y frágiles, por lo tanto, provoca su quebradura.

Por lo general, la osteoporosis es originada por una mayor actividad de los osteoclastos, células encargadas de la resorción ósea.

El caso contrario al de la osteoporosis, es una enfermedad llamada **osteopetrosis**, en la cual los osteoclastos son defectuosos y no pueden resorber calcio en forma normal y determinan un aumento de la densidad de los huesos. Esta enfermedad provoca problemas neurológicos porque los conductos por los que pasan los nervios se estrechan y los comprimen, de manera que impiden una conducción normal de los impulsos nerviosos.



1. Consulten a un especialista sobre las afecciones del sistema osteo-artro-muscular más características durante la adolescencia y su prevención.

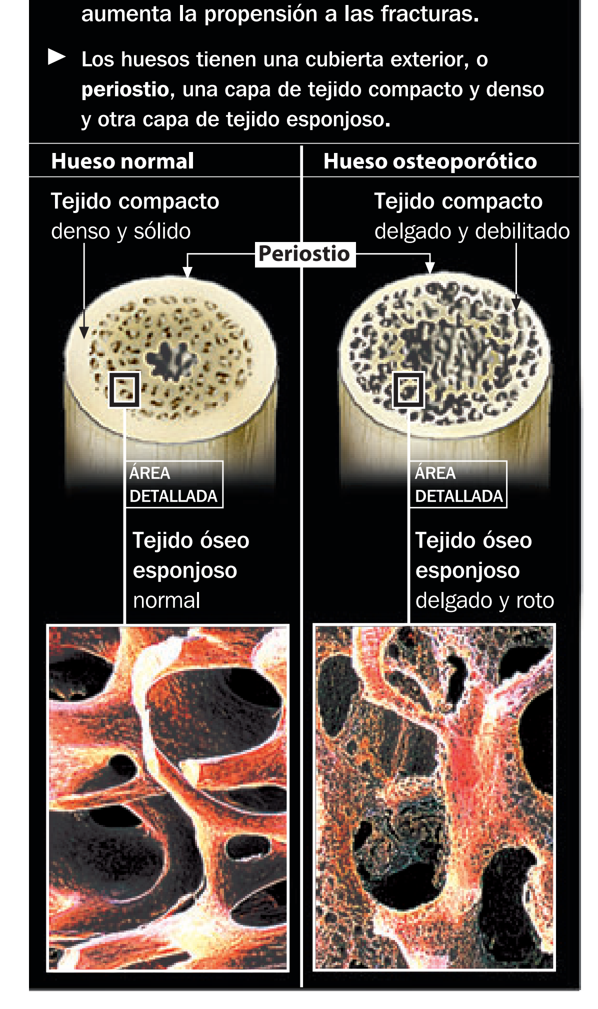
2. Elaboren un cuadro para comparar las características principales de las diversas afecciones en el desplazamiento, la osteoporosis, la osteopetrosis, las enfermedades reumáticas, la gota y las distróficas.

ENFERMEDADES REUMÁTICAS

Uno de los desequilibrios relacionados con la actividad del subsistema articular son las **enfermedades reumáticas**, que producen dolor y limitación de los movimientos de las articulaciones, tendones o músculos.Por lo general son controlables, sin embargo, en casos muy severos pueden provocar discapacidades. Si bien se las suele asociar con las personas de edad avanzada, pueden aparecer en cualquier momento de la vida.

Una de esas enfermedades reumáticas es la **artrosis**. Se produce por un adelgazamiento del cartílago articular, que se vuelve áspero y se desgasta progresivamente hasta que los huesos llegan a rozar entre sí. Esto provoca un crecimiento anormal de los huesos y causa dolor y dificultad para la realización de movimientos. Por lo general, la artrosis ocurre en articulaciones que soportan más peso, como las de la rodilla, la cadera y la columna vertebral.

Otra de las enfermedades que afectan a las articulaciones es la **gota**, provocada por una alteración en el metabolismo de las proteínas, que produce un exceso de ácido úrico. Esto determina el depósito de cristales (**uratos**) en las articulaciones y causa inflamación, sobre todo de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo del pie.

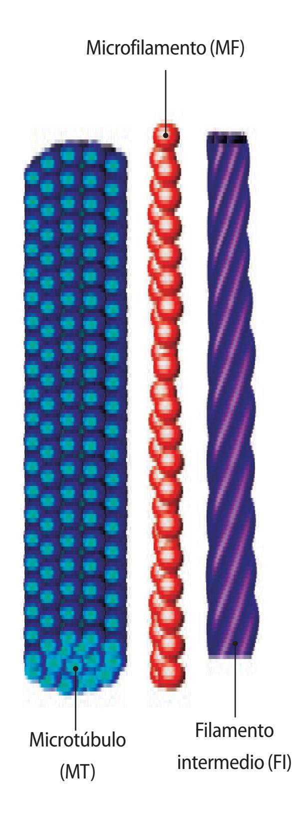


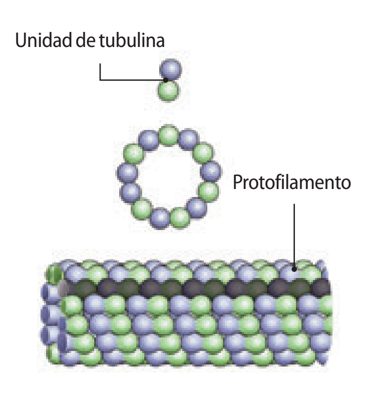
DISTROFIAS

Un grupo de enfermedades hereditarias que afectan la actividad del subsistema muscular son las **distrofias**. Se caracterizan por provocar una pérdida del tejido muscular y la debilidad progresiva de los músculos: las fibras musculares se acortan e incluso llegan a producir contracturas y deformaciones de la columna vertebral (**escoliosis**).

El debilitamiento progresivo y la pérdida de la función muscular altera la capacidad de movimiento y causa incapacidades más o menos graves, que algunas veces llegan a afectar la función cardíaca y pulmonar.

Debido al carácter hereditario de estas enfermedades, es posible detectarlas mediante exámenes genéticos y la prevención suele estar asociada a la actividad física, ya que la inactividad acelera el progreso de la enfermedad.





Estructura de un microtúbulo.

En un corte transversal de un MT, puede observarse que en su superficie se disponen 13 hileras de tubulina, las cuales reciben el nombre de **protofilamentos**. En las cilias y los flagelos, los microtúbulos están organizados en nueve dobletes periféricos más un par de microtúbulos centrales (estructura 9+2). El movimiento de las cilias y los flagelos se debe al deslizamiento de un doblete sobre otro.

Acciones de la célula sobre el medio

Tal como se ha descripto la estructura celular en los capítulos anteriores, quizá parezca que las células son unidades estáticas. Sin embargo, una secuencia de fotografías tomadas a través del ME, permite observar que muchas células se deforman, que otras se desplazan y que por el citoplasma de todas ellas se produce el movimiento de organelas y otras estructuras celulares: los núcleos rotan, las mitocondrias se enrollan, la membrana plasmática emite prolongaciones o se invagina, etcétera.

El citoesqueleto

El "esqueleto celular" o **citoesqueleto** está conformado por un conjunto de filamentos que atraviesan el citoplasma. Como en el organismo, en la célula el citoesqueleto interviene en su sostén y movimiento.

Está formado por tres tipos de filamentos: los microtúbulos, los microfilamentos y los filamentos intermedios.

LOS MICROTÚBULOS

Los **microtúbulos** (**MT**) son cilindros huecos de unos 25 nm de diámetro y de longitud variable, constituidos por proteínas denominadas **tubulinas**. Están presentes en la mayor parte de las células que componen el organismo.

Los MT son estructuras sumamente dinámicas; pueden acortarse, alargarse y cambiar su distribución dentro de la célula. Determinan la **forma celular**; sostienen el crecimiento de **prolongaciones celulares**, como el axón de las células nerviosas; y mantienen la **organización interna** de la célula, pues influyen en la ubicación de las organelas. Cuando las células entran en la etapa de división celular, los MT citoplasmáticos se reorganizan y conforman el **huso mitótico**, estructura por la que se desplazan y reparten los cromosomas entre las células descendientes.

Además de los MT citoplasmáticos, inestables y cambiantes, las células poseen otros que forman parte de estructuras estables, como los **centríolos**, las **cilias** y los **flagelos**.

Los **centríolos** son cilindros huecos cuyas paredes están formadas por nueve tripletes de túbulos. Se duplican durante la división celular y forman parte del aparato mitótico.

Las **cilias** y los **flagelos** son prolongaciones móviles del citoplasma recubiertas por la membrana plasmática, en cuyo interior hay MT que les proporcionan sostén y movimiento.

Las cilias son apéndices cortos y numerosos. En el epitelio de las vías respiratorias, el movimiento de las cilias provoca la salida al exterior de la capa de moco donde quedan atrapadas diversas partículas que ingresan con el aire. Asimismo, el batido de las cilias en las trompas de Falopio atrae hacia el interior de las mismas los óvulos liberados desde los ovarios.

Los flagelos son prolongaciones de mayor longitud que las cilias, cuyo movimiento propulsa ciertas células. El desplazamiento de los espermatozoides, aproximadamente 20 cm/h, es posible por los MT que conforman su flagelo.

El **centrosoma** es una zona cercana al núcleo que comprende a los **centríolos**, estructuras pares ubicadas en ángulo recto uno respecto del otro, y a una matriz que los rodea, la **matriz pericentriolar**. Esta última contiene proteínas que dirigen la formación y el crecimiento de los MT. Por eso el centrómero es considerado un **centro organizador de MT**.

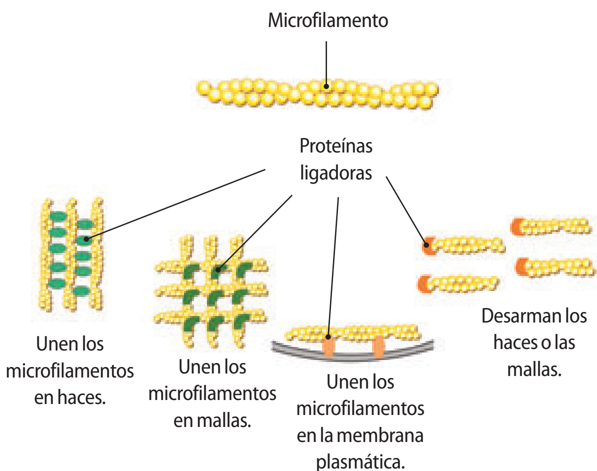
LOS MICROFILAMENTOS

Los **microfilamentos** (**MF**) son varillas macizas de 6 a 8 nm de diámetro. Están constituidos por unidades de una proteína denominada **actina**. Las moléculas de actina, de forma globular, se unen entre sí en una doble hélice estrecha que forma el MF. Cada MF puede crecer o acortarse por ambos extremos y adoptar diferentes disposiciones en las células: forman haces, redes sencillas y también complejas redes tridimensionales.

La forma en que se disponen los filamentos de actina depende en gran medida de su interacción con las proteínas que se enlazan a la actina o **proteínas ligadoras**.

La actividad de estas proteínas y de los MF resulta un complejo y dinámico esqueleto que contribuye al sostén y la forma celulares. Muy lejos de ser una estructura estática, el citoesqueleto cambia y se adapta rápidamente según las actividades celulares y participa en los movimientos intracelulares, así como en el desplazamiento celular.

Algunas proteínas ligadoras forman enlaces cruzados entre los MF y actúan como grampas que mantienen la forma de los haces. Otras colaboran en la formación de mallas. Algunas impiden momentáneamente el alargamiento de los filamentos, o los cortan en dos, desarmando las redes. Por último, algunas proteínas fijan los MF a la membrana plasmática.



En ciertas células, los MF interactúan con **proteínas motoras** denominadas **miosinas I** y **miosinas II**, que se ubican especialmente en la zona más superficial del citoplasma y participan en el movimiento de vesículas (por ejemplo durante la fagocitosis) y en la migración celular.

Las moléculas de las miosinas II se asocian con los MF de actina en la formación de estructuras contráctiles. En tales estructuras, las miosinas II provocan el desplazamiento de un microfilamento sobre otro, con el consiguiente acortamiento del sector del citoplasma donde están ubicadas.

El sistema contráctil más conocido y de mayor grado de ordenamiento es el que se encuentra en el citoplasma de las **células musculares**. En dichas células, las moléculas de miosina II se agrupan entre sí formando los **filamentos gruesos**, que alternan con los filamentos de actina o **filamentos delgados**, dando lugar a la unidad estructural y funcional de la fibra muscular: el **sarcómero**.

Los MF, sus proteínas ligadoras y ambos tipos de miosina intervienen en el **desplazamiento** o **migración celular**. Ciertos glóbulos blancos, los neutrófilos, pueden desplazarse por la emisión de unas prolongaciones celulares anchas y redondeadas llamadas **pseudópodos** (falsos pies). Este tipo de movimiento celular o **ameboidismo** implica:

- la proyección de la parte anterior de la célula;
- la adhesión al sustrato del extremo anterior;
- el desplazamiento celular hacia la parte anterior;
- la desvinculación del sustrato del apoyo posterior y la retracción de ese extremo celular.

LOS FILAMENTOS INTERMEDIOS

Los **filamentos intermedios** (**FI**) son el tercer componente del citoesqueleto. Tienen un diámetro de unos 10 nm, intermedio entre el de los MF y el de los MT. A diferencia de éstos, los FI están constituidos por proteínas fibrosas que conforman la estructura celular. La lámina nuclear que se encuentra en la cara interna de la membrana nuclear está formada por FI.

En las células epiteliales, los FI de **queratina** participan en las uniones intercelulares denominadas **desmosomas**, que confieren a las células del tejido una alta cohesión y resistencia a la tracción.

ACTIVIDADES

1. Elaboren un cuadro para comparar las siguientes características entre los MT y los MF: composición química, estructura y función.

2. La enfermedad conocida como síndrome de Kartagener ocasiona inmovilidad de cilias y flagelos. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué proteína motora de cilios y flagelos se ve afectada en esta enfermedad?

b. ¿Qué funciones se verán afectadas en las personas que padecen esta enfermedad?

c. Elaboren una explicación para la siguiente observación científica: "Los varones que padecen el síndrome de Kartagener son estériles".

3. Copien la trama conceptual de la página 139 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.



1. Después de la lectura del artículo I:

a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo o argumentativo.

b. señalen las características que permiten identificarlo.

c. según el artículo... ¿cuáles son los objetivos de alterar genéticamente un organismo?

d. comparen el contenido de este artículo con el de las páginas 136 y 137. ¿Se trata del mismo tipo de texto? ¿Por qué?

2. Después de la lectura del artículo II:

a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo o argumentativo.

b. señalen las características que permiten identificarlo.

c. escriban una lista de las razones que los autores argumentan para sostener su opinión.

d. comparen la intención comunicativa en los autores de los artículos I y II.

e. busquen publicidades a favor y en contra de los alimentos transgénicos e identifiquen la organización que las difunde. ¿Pueden establecer relaciones entre el mensaje de la publicidad y la organización difusora?

artículo I

Los organismos genéticamente modificados o transgénicos

¿Qué son los organismos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos?

Un organismo genéticamente modificado (OGM) es aquella planta, animal, hongo o bacteria a la que se le ha agregado por ingeniería genética uno o unos pocos genes con el fin de producir proteínas de interés industrial o bien mejorar ciertos rasgos, como la resistencia a plagas, la calidad nutricional, la tolerancia a heladas, entre otras características.

Aunque comúnmente se habla de alimentos transgénicos para referirse a aquellos que provienen de cultivos vegetales modificados genéticamente, es importante recalcar que también se emplean enzimas y aditivos obtenidos de microorganismos transgénicos en la elaboración y procesamiento de muchos de los alimentos que ingerimos.

Los cultivos transgénicos

Una de las principales aplicaciones de la ingeniería genética en la actualidad es incorporar nuevos genes a las plantas con el fin de mejorar los cultivos. El empleo de la ingeniería genética o transgénesis en el mejoramiento vegetal es lo que se denomina agrobiotecnología o biotecnología vegetal. Sus objetivos consisten en aumentar la productividad de los cultivos contribuyendo a una agricultura sustentable, que utiliza los recursos respetando al medio ambiente y pensando en las generaciones futuras. También la agrobiotecnología se propone mejorar los alimentos que derivan de los cultivos vegetales, eliminando sustancias tóxicas o alergénicas, modificando la proporción de sus componentes para lograr alimentos más saludables o aumentando su contenido nutricional. Otra aplicación de la biotecnología vegetal es el empleo de las plantas para la producción de medicamentos, anticuerpos, vacunas, biopolímeros y biocombustibles.

Los animales transgénicos

Un animal transgénico es un animal genéticamente modificado, que tiene un gen o grupo de genes que no le pertenecen, con el fin de producir algo de interés.

El genoma de los animales se puede modificar:

- Insertando genes de la misma especie o de una especie diferente (por ejemplo para que una vaca produzca en su leche la hormona de crecimiento humano).
- Alterando cierto gen presente en el animal de manera que esta modificación se transmita a la descendencia y permita conocer la función de ese gen.

Los ratones fueron los primeros animales transgénicos que se obtuvieron en la década del 80, paralelamente con el advenimiento de la ingeniería genética. El primer ratón transgénico, publicado en la revista científica *Nature* en 1982, produce la hormona de crecimiento de rata por lo cual se ve bastante más grande que el ratón que no la tiene. El ratón transgénico produce mucha más hormona de crecimiento que el ratón salvaje. Este experimento constituyó una revolución porque mostraba que un gen de una especie puede introducirse en otra especie diferente, integrarse al genoma y expresarse.

Por qué Biotecnología, Cuaderno N° 2
www.porquebiotecnologia.com.ar/educación

Más vale prevenir que curar

El coordinador nacional de Ciencia y Tecnología de los alimentos del CSIC, Daniel Ramón Vidal, en su artículo Los alimentos transgénicos (EL PAÍS, 20 de diciembre de 1997) realiza una encendida defensa de los alimentos manipulados genéticamente intentando convencernos de que son "científicamente seguros". Este texto no es sólo una réplica al artículo de Ramón Vidal que contiene lo que a nuestro juicio son importantes imprecisiones y omisiones científicas, sino que también expone las razones por las que diferentes sectores de la sociedad (científicos, consumidores, ecologistas, sindicalistas, agricultores) creemos que los alimentos obtenidos por manipulación genética hoy por hoy están muy lejos de ser seguros.

Alimentos obtenidos por manipulación genética son aquellos que proceden de organismos en los que se han introducido genes de otras especies por medio de la ingeniería genética. Para la introducción de genes foráneos en la planta o el animal comestibles es necesario utilizar como herramienta lo que en ingeniería genética se llama un vector de transformación: "parásitos genéticos" como plásmidos y virus, a menudo inductores de tumores y otras enfermedades como sarcomas, leucemias.

Aunque normalmente estos vectores se "mutilan" en el laboratorio para eliminar sus propiedades patógenas, se ha descrito la habilidad de estos vectores mutilados para reactivarse, pudiendo generar nuevos patógenos.

Si bien la ingeniería genética es una herramienta potentísima para la manipulación de los genes, actualmente existe un gran vacío de conocimiento sobre el funcionamiento genético de la planta o animal que se va a manipular. ¿Qué genes se activan y desactivan a lo largo del ciclo vital del organismo, cómo y por qué lo hacen? ¿Cómo influye el nuevo gen introducido en el funcionamiento de resto del genoma? ¿Cómo altera el entorno el encendido o el apagado de los genes de la planta cultivada? Actualmente, todas estas preguntas se encuentran, en gran medida sin respuesta. La introducción de genes nuevos en el genoma del organismo manipulado provoca alteraciones impredecibles de su funcionamiento genético y de su metabolismo celular, y esto puede acarrear: a) la producción de proteínas extrañas causantes de procesos alérgicos en los consumidores; b) la producción de sustancias tóxicas que no están presentes en el alimento no manipulado; y c) alteraciones de las propiedades nutritivas (proporción de azúcares, grasas, proteínas, vitaminas).

Los peligros para el medio ambiente son incluso más preocupantes que los riesgos sanitarios. La extensión de cultivos transgénicos pone en peligro la biodiversidad, estimula la erosión y la contaminación genética, y potencia el uso de herbicidas. Según un informe de la OCDE, el 66% de las experimentaciones de campo con cultivos transgénicos que se realizaron en años recientes estuvieron encaminadas a la creación de plantas resistentes a herbicidas.

Otra de las preocupaciones fundadas acerca de los cultivos transgénicos es el posible escape de los genes transferidos hacia poblaciones de plantas silvestres relacionadas con estos cultivos mediante el flujo de polen: ya han sido bien documentadas numerosas hibridaciones entre casi todos los cultivos y sus antepasados naturales. La introducción de plantas transgénicas resistentes a plaguicidas y herbicidas en los campos de cultivo conlleva un elevado riesgo de que estos genes de resistencia pasen, por polinización cruzada, a malas hierbas silvestres emparentadas creándose así malísimas hierbas capaces de causar graves daños en cultivos y ecosistemas naturales. A su vez, estas plantas transgénicas, con características nuevas, pueden desplazar a especies autóctonas de sus nichos ecológicos. La liberación de organismos modificados genéticamente al medio ambiente tiene consecuencias a menudo imprevisibles e incontrolables.

Hay demasiados peligros reales para afirmar que estos alimentos son seguros. Hoy por hoy, la comercialización de alimentos transgénicos es un acto irresponsable que convierte a los consumidores en cobayos humanos, y a nuestra insustituible biosfera en un laboratorio de alto riesgo.

Se intenta que países como Luxemburgo, Italia y Austria, que habían prohibido el maíz transgénico, vuelvan atrás sobre su decisión. Los vegetales transgénicos se comercializan mezclados con los normales, y además las compañías se niegan al etiquetado distintivo con lo que el ciudadano está indefenso y sin posibilidad de elección.

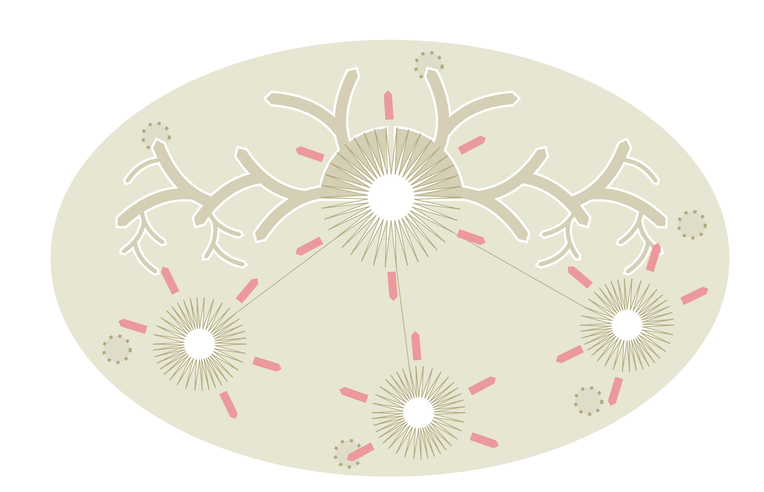
Desde el movimiento ecologista y las organizaciones sindicales creemos necesario promover un amplio debate social acerca de los alimentos transgénicos. No lo decimos animados por ninguna intención anticientífica, queremos ciencia pero con prudencia, y sobre todo, más democrática, también para decidir sobre las políticas científicas y tecnológicas.

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

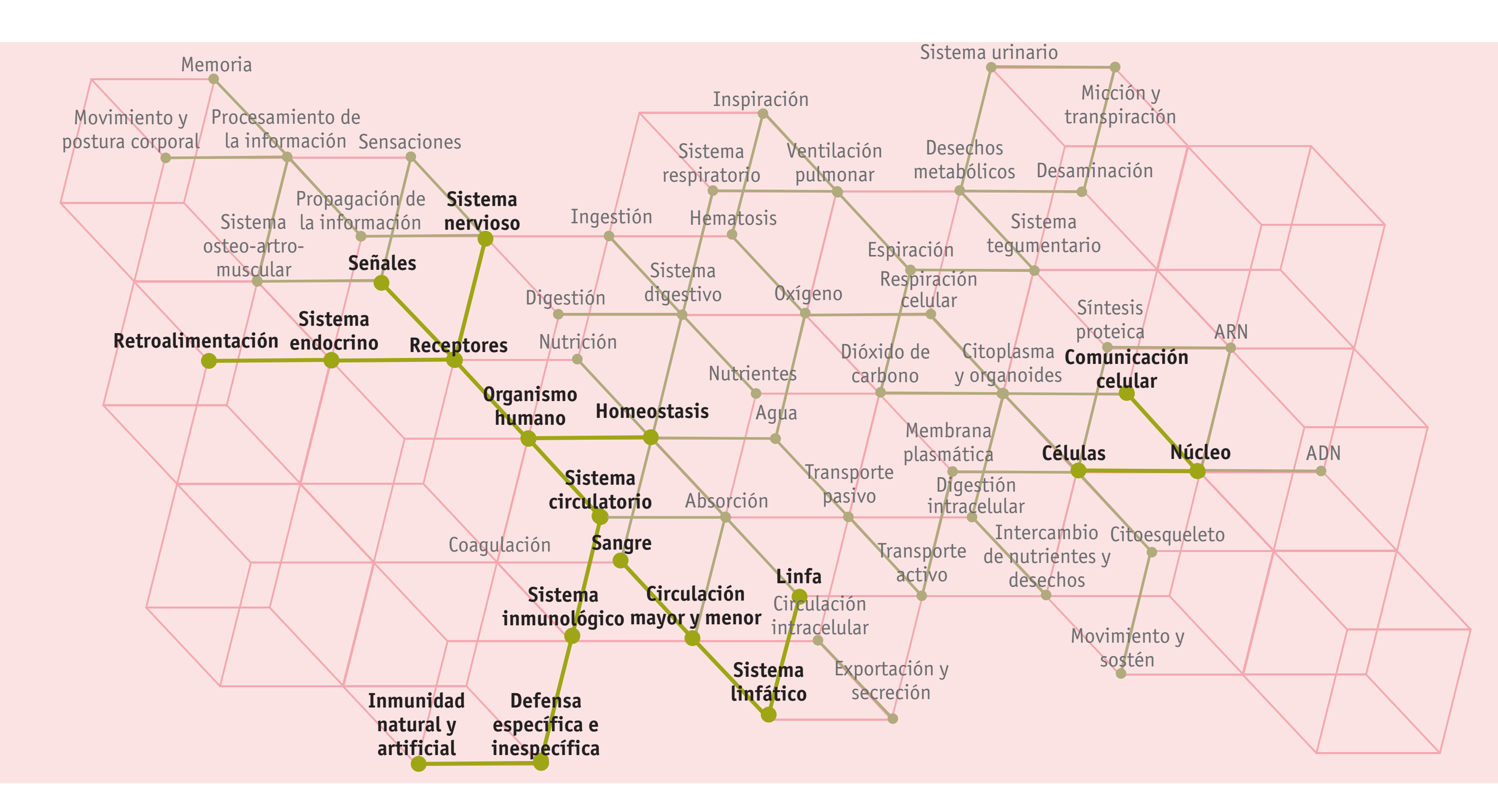
7 REGULACIÓN DEL MEDIO INTERNO

Sistemas homeostáticos

En el Capítulo 6 se describieron los componentes y se explicaron los procesos que intervienen en la acción del organismo humano sobre el ambiente. El sistema osteo-artro-muscular, coordinado por el nervioso, permite el sostén del cuerpo y la mayor parte de sus movimientos. Ambos sistemas participan en la relación del organismo con su entorno: mientras el sistema nervioso recibe señales del medio y las transforma en acciones, el sistema osteo-artro-muscular, las efectúa.



La información que proviene del interior del cuerpo desencadena procesos homeostáticos que mantienen en equilibrio el organismo.



El organismo humano no solo recibe y regula estímulos provenientes del medio externo. Dentro del cuerpo también se producen señales que, una vez detectadas y elaboradas en ciertos centros, originan respuestas que tienden a mantener en equilibrio el medio interno, su **homeostasis**.

En este capítulo se describirá y explicará la estructura y la dinámica de dos sistemas que intervienen en la homeostasis del organismo: el **sistema endocrino** y el **sistema inmunológico**.

Sobre el sistema endocrino, en los capítulos anteriores se explicaron algunos de los procesos homeostáticos que detectan alteraciones en el medio interno del organismo y reestablecen su equilibrio:

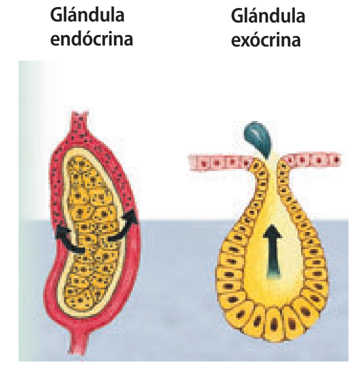
- la **gastrina** es una hormona que regula los movimientos del estómago y la secreción de los jugos gástricos;
- la **colecistoquinina** es una hormona que controla la liberación de bilis y enzimas digestivas;
- la **secretina** es una hormona que regula la secreción de iones bicarbonato por el páncreas;
- la **eritropoyetina** es una hormona que controla la producción de glóbulos rojos;
- la **hormona antidiurética** regula la concentración de agua en la sangre;
- la **hormona paratiroidea** y la **calcitonina** controlan la calcemia o concentración de calcio disuelto en el plasma; y
- la **insulina** y el **glucagón** son dos hormonas que regulan la glucemia o concentración de glucosa en la sangre.

En las páginas siguientes se profundizará sobre estos y otros procesos de regulación del medio interno.

ACTIVIDADES

1. Observen el modelo de sistema endocrino de la página 156 y compárenlo con el modelo de sistema nervioso de la página 115.
2. Elaboren un texto breve en el que describan similitudes y diferencias observadas.

Estructura y dinámica del sistema endocrino



La glándula tiroides o las glándulas suprarrenales son endocrinas porque vierten sus productos en la sangre. En cambio, las glándulas sudoríparas o las glándulas gástricas son exocrinas porque vierten sus productos en el medio exterior o en cavidades corporales, respectivamente.

Desde el nacimiento, el organismo humano posee variadas vías de obtención y transmisión de información acerca de sí mismo y del medio.

El **sistema nervioso** recibe e informa rápidamente a través de los impulsos nerviosos.

El **sistema endocrino** también realiza acciones, pero mucho más lentamente y a distancia, a través de mensajeros químicos: las **hormonas**.

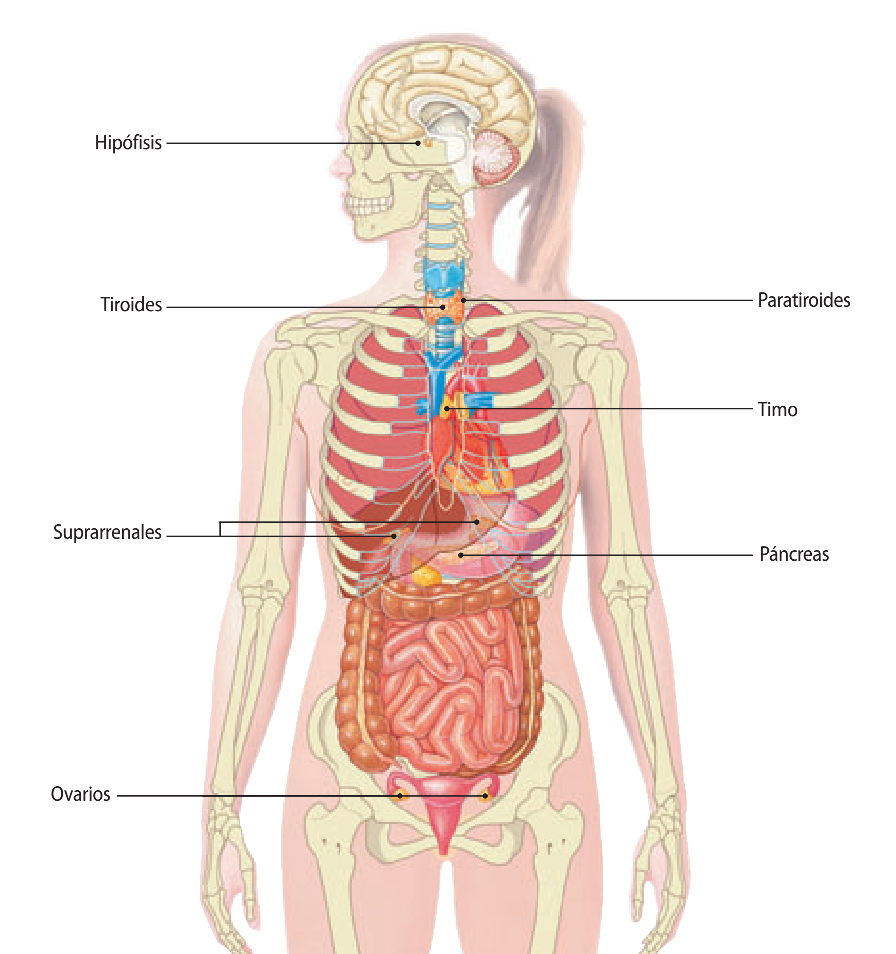
LAS GLÁNDULAS ENDOCRINAS

En el Capítulo 2 se describieron ciertas glándulas que producen y liberan saliva en la boca: las **glándulas salivales**.

Estas agrupaciones celulares se denominan **glándulas exocrinas** porque el producto que originan, la saliva, es liberado hacia el exterior, la boca, a través de un conducto específico.

En el organismo hay otras agrupaciones celulares que no liberan su producto al exterior, sino hacia la sangre, y que tampoco realizan ese proceso a través de conductos específicos. Estas estructuras se denominan **glándulas endocrinas** y las sustancias que originan, las **hormonas**, son liberadas directamente desde las células productoras hacia el torrente sanguíneo.

Las glándulas endocrinas están distribuidas en la cavidad abdominal, en la región superior del cuerpo y en la cabeza. Cada una de ellas está irrigada por un conjunto de vasos sanguíneos.



Ubicación de las glándulas endocrinas en el cuerpo humano.



1. Elaboren un cuadro para comparar las características endocrinas y exocrinas.
2. Escriban ejemplos de ambos tipos de glándulas.
3. Sobre los procesos de retroalimentación, relacionen la información de las páginas 7 y 159.

LAS CÉLULAS BLANCO

Una vez secretadas, las hormonas llegan a todo el cuerpo a través de la circulación sanguínea. Entonces, por todo el organismo circula la información que portan estos mensajeros químicos. Sin embargo, las hormonas no provocan la acción que llevan en su mensaje en cualquier órgano o tejido.

Se denominan **células blanco** aquellas que detectan la presencia de ciertas hormonas en la sangre. Cuando ocurre algún fenómeno, en el órgano o el tejido que conforman estas células (**órgano blanco** o **tejido blanco**) se desencadena una serie de respuestas específicas.

Así como alguien que arroja un dardo "da en el blanco" cuando acierta en el centro del tablero, una glándula secreta muchas moléculas de hormonas en la sangre. Pero solo "dan en la célula blanco" aquellas moléculas que pueden unirse con los receptores específicos que se encuentran en sus membranas.

Los **receptores de membrana** son específicos, es decir, una hormona solo sensibiliza los receptores que están en las células que pueden decodificar la información que transporta ese mensajero químico.

Cada hormona puede tener uno o varios órganos o tejidos blanco. Por ejemplo: la glándula hipófisis, ubicada en la cabeza, libera al torrente sanguíneo la hormona oxitocina durante el parto. Al llegar al útero, esta hormona será "reconocida" por los receptores de ciertas células uterinas y se producirán contracciones. Sin embargo, también hay receptores para la oxitocina en células de las glándulas mamarias que, al detectar la hormona secretarán leche.

Si releen la apertura de la primera parte del libro podrán profundizar sobre los conceptos de retroalimentación positiva y negativa en los procesos homeostáticos.

Los órganos y los tejidos blanco no desarrollan respuestas permanentemente porque la producción de hormonas tampoco es continua. En el organismo ocurren procesos **homeostáticos de retroalimentación** o ***feedback*** que regulan la producción de hormonas y que, por lo tanto, tienden a mantener en equilibrio el medio interno corporal.

Los procesos homeostáticos de retroalimentación pueden ser de dos tipos:

- de **retroalimentación negativa**: cuando la propia glándula secretora reduce o deja de secretar sus hormonas porque desaparece la causa que la excitaba. Es el proceso más común en el funcionamiento endocrino.
- de **retroalimentación positiva**: cuando el aumento en la concentración de una hormona estimula a su glándula productora a continuar con la secreción. Este tipo de proceso ocurre en ciertos momentos del ciclo sexual femenino.

LA COMUNICACIÓN CELULAR

La dinámica de los sistemas endocrino y nervioso depende de la transmisión de mensajes químicos entre las células del organismo, es decir, de la comunicación que se puede establecer entre las células. Entre dos o más células, los mensajes pueden provocar diferentes respuestas: la degradación o la síntesis de sustancias, la secreción de un producto celular, la programación de su destrucción, etcétera.

En el organismo, las vías de comunicación celular pueden ser variadas. Sin embargo, todas estas vías implican la participación de una **célula inductora**, que sintetiza el mensaje químico, y una **célula inducida** o **blanco**, que posee los **receptores específicos** para ese mensaje.

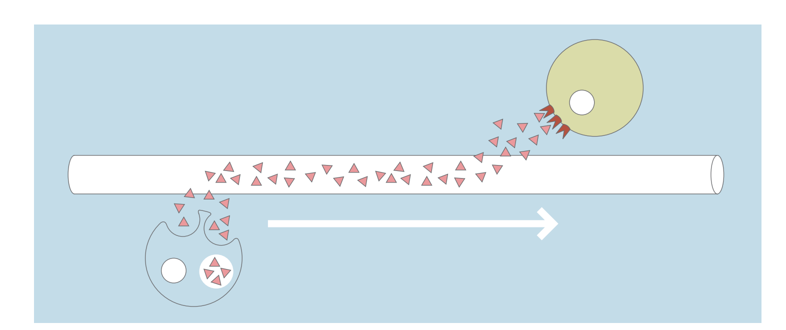
De acuerdo con la distancia a la que se hallen la célula inductora y la inducida, las moléculas mensajeras se desplazan por difusión, o son transportadas por el sistema circulatorio.

ACTIVIDADES

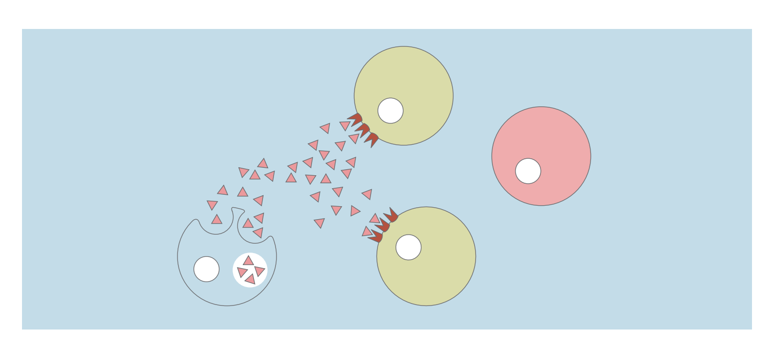
1. ¿Por qué creen que el sistema endocrino tiene una acción más lenta que la del sistema nervioso? Escriban una explicación.

2. Piensen y escriban una analogía entre la información que transita por los sistemas endocrino y nervioso, y la que es enviada por mail o por carta.

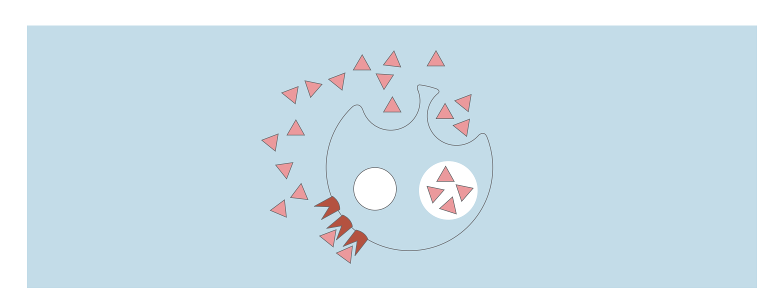
Comunicación endocrina: esta vía de comunicación se produce cuando la célula inductora y la inducida se encuentran alejadas. El mensaje químico circula con la sangre y los receptores específicos de la célula blanco lo detectan. Esta vía de comunicación celular es la más característica del sistema endocrino y el mensaje químico es una hormona.



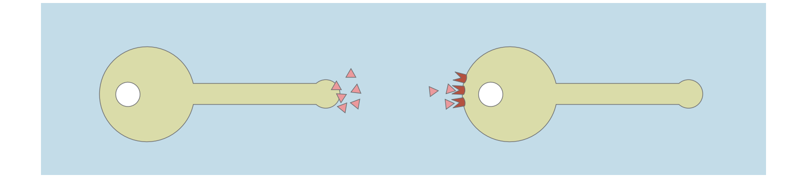
Comunicación paracrina: esta vía de comunicación se produce cuando la célula inductora y la inducida están próximas. El mensaje químico se desplaza por difusión y los receptores específicos de la célula blanco vecina lo detectan. Las células cercanas que no tienen los receptores específicos no responden al mensaje químico. Esta vía de comunicación celular se produce en el sistema endocrino y el mensaje químico es una hormona.



Comunicación autocrina: esta vía de comunicación se produce cuando la inductora y la inducida es la misma célula. El mensaje químico se desplaza por difusión un pequeño trecho y es detectado por los receptores específicos que posee la misma célula que lo origina. Esta vía de comunicación celular se produce en el sistema endocrino y el mensaje químico es una hormona.



Comunicación sináptica: esta vía de comunicación se produce cuando la célula inductora es una neurona y la inducida es otra neurona, una célula muscular o una glandular. El mensaje químico se desplazan por un pequeño espacio y los receptores específicos de la célula blanco vecina lo detectan. Esta vía de comunicación celular es característica del sistema nervioso y el mensaje químico es un neurotransmisor.



Un ejemplo de vía de **comunicación paracrina** lo produce la **histamina**. Esta hormona interviene cuando la piel se lesiona. La zona afectada se enrojece, se hincha y toma mayor temperatura que el resto del cuerpo (**inflamación**) porque la histamina provoca la dilatación de los vasos sanguíneos que, a su vez, se hacen más permeables. Entonces, los componentes de la sangre, como ciertas proteínas y los glóbulos blancos, pueden desplazarse hacia la zona dañada y repararla.

Como se explicó en el Capítulo 6, las neuronas se comunican entre sí, y con células musculares o glandulares a través neurotransmisores. En una vía de **comunicación sináptica**, los mensajes químicos se originan en una célula nerviosa, se desplazan a través del espacio sináptico y son captados por los receptores específicos de otra célula que se encuentra muy próxima; por eso esta vía de comunicación celular también puede ser considerada paracrina.

La **comunicación autocrina** es típica de los procesos homeostáticos de retroalimentación negativa. El mensaje químico originado y detectado por la misma célula evita que ésta secrete mucha cantidad de hormona.



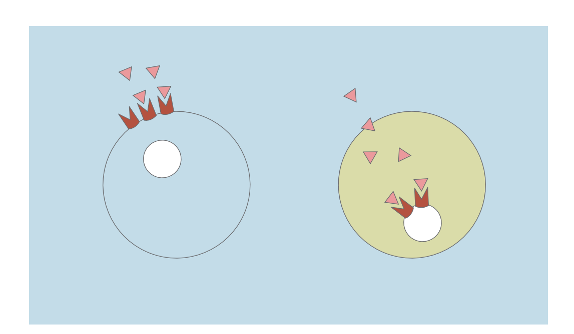
1. Elaboren un cuadro para comprar las comunicaciones endocrina, paracrina, autocrina y sináptica entre células.

2. Diseñen un sube y baja para representar la comunicación paracrina provocada por la histamina.

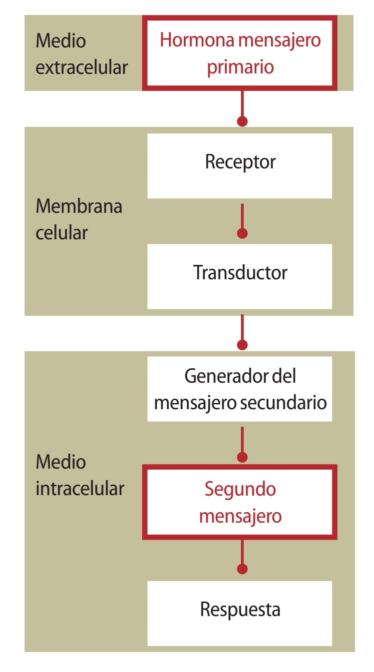
3. Para complementar la información sobre la comunicación sináptica, relean la página 125.

LAS HORMONAS

Por su composición química, las hormonas pueden ser proteínas, oligopéptidos, esteroides o moléculas pequeñas derivadas de aminoácidos y ácidos. De acuerdo con su afinidad por el agua, las señales o mensajeros químicos pueden ser de naturaleza hidrofílica o hidrofóbica. Cada tipo de mensajero químico es reconocido por un receptor específico.



Las **hormonas hidrofílicas** no pueden atravesar la bicapa de lípidos y se acoplan a receptores que se encuentran en la membrana de la célula blanco.
Las **hormonas hidrofóbicas,** en cambio, difunden libremente a través de la bicapa y se acoplan a receptores intracelulares.



Esquema de acción de una hormona hidrofílica.

La unión de una hormona hidrofílica o **mensajero primario** al receptor, provoca la activación de una proteína de la membrana la que, a su vez, estimula un **mensajero secundario** intracelular. La conversión de un mensajero primario a otro secundario se denomina **transducción de la señal.**

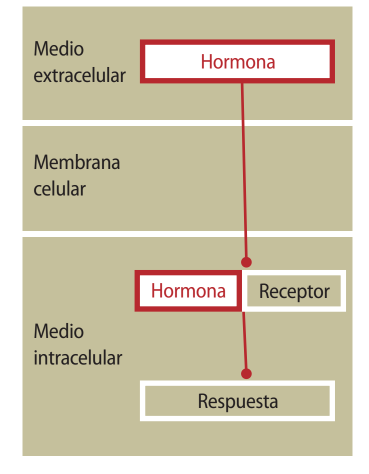
Las respuestas que desencadenan las hormonas hidrofílicas son muy rápidas porque activan moléculas ya existentes en el medio intracelular. El número de moléculas que participan en la elaboración de la respuesta aumenta en cada paso del proceso y, por lo tanto, amplifica la señal recibida.

La **adrenalina** es una hormona hidrofílica cuya concentración aumenta en sangre durante las situaciones de estrés biológico, en las cuales el organismo se prepara para la acción. Los receptores de esta hormona se localizan en la membrana de distintos tipos celulares, entre ellos las células hepáticas.

Entre otros efectos, la adrenalina estimula la hidrólisis del glucógeno en células del hígado, y promueve la liberación de glucosa a la sangre. Una vez distribuida a las células, éstas emplean a la glucosa como combustible celular y pueden satisfacer la demanda energética que genera la situación de estrés. Unas pocas moléculas de adrenalina pueden desencadenar una rápida liberación de glucosa al torrente sanguíneo.

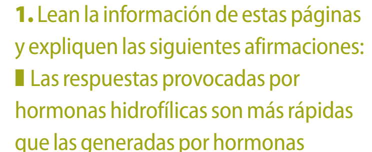
Ciertos mensajeros químicos, como las hormonas tiroideas y las sexuales, ingresan a través de las membranas de todas las células, se desplazan por difusión a través de sus citoplasmas y solo estimulan aquellas que tienen el receptor específico en su interior, es decir, a la célula blanco. En este proceso no participan mensajeros secundarios ya que la señal externa es la misma que a nivel intracelular genera la respuesta de la célula.

Este tipo de hormonas provoca la síntesis de proteínas, respuesta lenta en la que pueden pasar horas antes de que se produzca.



Esquema de acción de una hormona hidrofóbica.





1. Lean la información de estas páginas y expliquen las siguientes afirmaciones:
- Las respuestas provocadas por hormonas hidrofílicas son más rápidas que las generadas por hormonas hidrofóbicas.
- Las hormonas sexuales ingresan a todas las células pero no todos los tipos celulares responden.
- Las hormonas hidrofílicas son señales que generan respuestas indirectamente.
- Los mensajeros químicos pueden actuar a distancia.

Complejos de regulación hormonal

Hipotálamo
(Sistema nervioso central)

produce

Hormona

estimula

Hipófisis
(Sistema endocrino)

produce

Hormona

estimula

Célula, tejido u órgano blanco

Reacción en cascada del complejo hipotálamo-hipófisis.
Ejemplo de reacción en cascada: la tirotrofina (TRH) secretada por el hipotálamo estimula a la hipófisis para la elaboración de TSH que, a su vez, estimula a la tiroides para la producción de tiroxina.

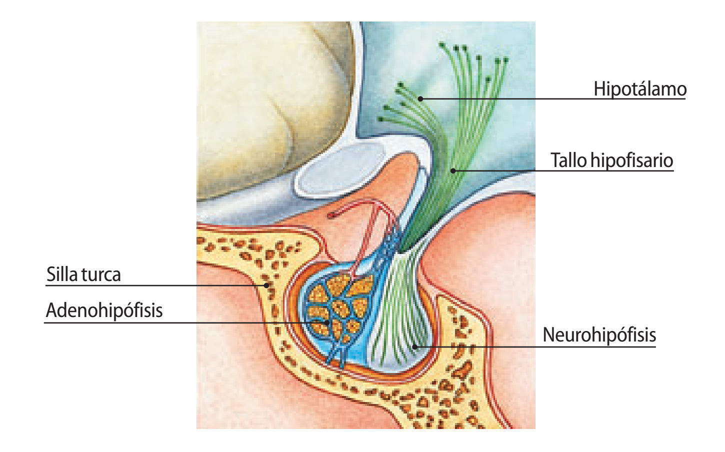
En el organismo, el sistema endocrino y el nervioso comparten la coordinación de múltiples procesos homeostáticos. En otros, en cambio, el sistema endocrino es el único regulador de estos procesos.

Para comprender mejor la dinámica de los procesos homeostáticos que regulan estos sistemas, es conveniente dividirlos en subsistemas de control.

SUBSISTEMA HIPÓFISIS-HIPOTÁLAMO

El subsistema hipófisis-hipotálamo es el ejemplo más característico de coordinación conjunta entre el sistema nervioso y el endocrino.

Estructuralmente, la **hipófisis** es un único órgano constituido por dos tejidos diferentes entre sí. Funcionalmente, el tejido que conforma la hipófisis anterior o **adenohipófisis** actúa como una glándula distinta al tejido que constituye la hipófisis posterior o **neurohipófisis**.



La hipófisis es una glándula endocrina que se ubica por debajo del cerebro, unida a este órgano por el tallo hipofisiario, y protegida por la **silla turca**, formación del hueso **esfenoides** ubicado en la base del cráneo.

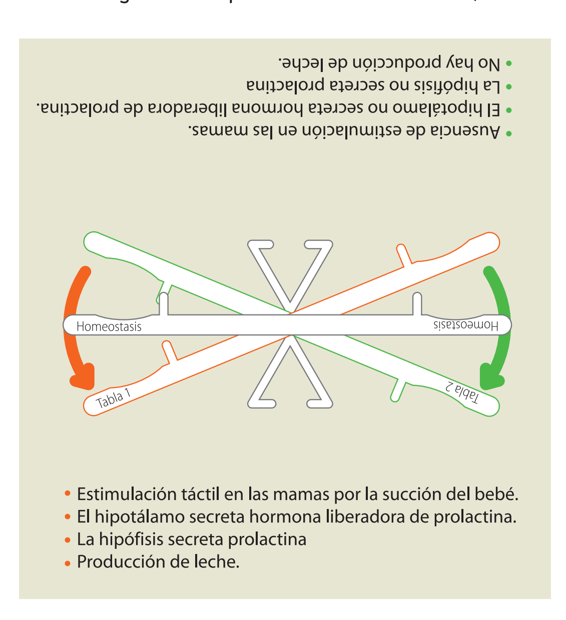
Como se explicó en el capítulo anterior, el sistema límbico forma parte del sistema nervioso e interviene en actividades como los sentimientos y las emociones.

El **hipotálamo** forma parte del **sistema límbico**. Elabora ciertas hormonas las que, como son generadas por este centro nervioso, se denominan **neurohormonas**.

El hipotálamo y la hipófisis están muy próximas y comparten los mismos vasos sanguíneos.

Las hormonas que secreta el hipotálamo se almacenan durante cierto tiempo en la neurohipófisis y desde allí son vertidas al torrente sanguíneo, por donde circulan hasta llegar al órgano blanco.

El hipotálamo también produce sustancias que estimulan la formación y liberación de algunas hormonas de la hipófisis.



Este sube y baja es un modelo que representa los procesos que regulan la producción y liberación de leche durante el amamantamiento. Para comprenderlo, primero observen la situación de la tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

Glándula de la hipófisis	Hormona	Función
Adenohipófisis	Hormona de crecimiento (CH)	Actúa sobre diversos tejidos estimulando el crecimiento armónico del organismo.
	Prolactina	Actúa sobre las glándulas mamarias estimulando la producción de leche.
	Tirotrofina o tiroestimulante (TSH)	Actúa sobre la glándula tiroides estimulando la producción de hormonas tiroideas.
	Adrenocorticotrófica (ACTH)	Actúa sobre la corteza de las glándulas suprarrenales estimulando sus secreciones.
	Folículo estimulante (FSH)	Actúa sobre las gónadas (ovarios y testículos) favoreciendo la maduración de los folículos o los espermatozoides y la liberación de otras hormonas.
	Luteinizante (LH)	En las mujeres estimula la ovulación y la producción de hormonas ováricas, en los varones estimula la producción de testosterona.
Hipotálamo-neurohipófisis	Oxitocina	Favorece las contracciones del útero durante el trabajo de parto y la liberación de leche por las glándulas mamarias.
	Hormona antidiurética (ADH)	Regula el equilibrio hídrico. Aumenta la reabsorción de agua en los nefrones.

Las dos glándulas que conforman la hipófisis secretan 8 hormonas diferentes entre sí. La hipófisis anterior secreta 6 hormonas que controlan otras glándulas endocrinas, por eso a veces se la llama "glándula madre" o "glándula maestra". La hipófisis posterior, en cambio, secreta dos hormonas.

SUBSISTEMA TIROIDEO El subsistema tiroideo se encuentra en el cuello, delante de la tráquea. Está conformado por dos glándulas: la tiroides y la paratiroides.
La **tiroides** secreta varias hormonas; una de ellas es la **tiroxina**, que regula el metabolismo del organismo.

Cuando el organismo necesita mayor aporte energético, por ejemplo con la exposición a bajas temperaturas, la tiroides libera mayor cantidad de tiroxina. En las células del cuerpo, esta hormona estimula el catabolismo de hidratos de carbono y, en consecuencia, una mayor producción de energía.

Otra hormona liberada por la tiroides es la **calcitonina** que actúa sobre las células óseas, favoreciendo la fijación de calcio de los huesos.

Las paratiroides son cuatro glándulas del tamaño de una lenteja, adheridas a la tiroides. Secretan **parathormona** u hormona paratiroidea, que incrementa la concentración de los iones calcio en la sangre. También promueve la activación de la vitamina D que favorece en el intestino la absorción de calcio proveniente de los alimentos.

Las glándulas tiroides y paratiroides regulan la concentración de calcio en la sangre. Un nivel adecuado de calcio en el torrente sanguíneo es fundamental para la formación y mantenimiento de la estructura de los huesos, el funcionamiento de las neuronas y la actividad cardíaca.

El yodo y la sal

Las hormonas tiroideas son sintetizadas a partir del yodo que se incorpora con los alimentos. Esta ingesta suele ser escasa en dietas de poblaciones alejadas del mar o en personas que no consumen productos de origen marino (pescados y algas).
Si en la dieta falta yodo, la glándula tiroides aumenta su tamaño ya que compensa la falta del elemento principal de la tiroxina. A este síndrome se lo conoce como bocio endémico. El término endémico hace referencia a enfermedades o patologías frecuentes en poblaciones circunscriptas a una región determinada, en este caso alejada del mar.
En nuestro país, la ley nacional N° 17 259 obliga a las empresas productoras de sal de mesa el agregado de una determinada cantidad de yodo a fin de complementar la dieta en dichas poblaciones.





1. Observen la imagen de la página 158 y ubiquen en ella las glándulas que se nombran en esta página.

2. Sobre el subsistema tiroideo, pueden complementar la información si releen la página 146.

3. Sobre el subsistema hipófisis - hipotálamo pueden complementar la información si leen las páginas 107, 188, 189.

SUBSISTEMA SUPRARRENAL

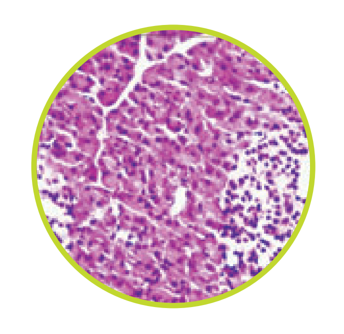
Las **glándulas suprarrenales** deben su nombre a la ubicación que tienen sobre los riñones. Estas glándulas tienen dos regiones bien definidas: la corteza por fuera y la médula, por dentro. Cada una de estas zonas produce sus propias hormonas y actúa independientemente.

La **médula suprarrenal**, relacionada con el sistema nervioso autónomo, libera **epinefrina** y **norepinefrina**, también denominadas **adrenalina** y **noradrenalina**, respectivamente. Estas hormonas preparan al cuerpo para la lucha o la huida: provocan un aceleramiento del ritmo cardíaco y aumentan el nivel de glucosa en sangre.

La **corteza suprarrenal** libera las hormonas llamadas **corticosteroides**. El cortisol, por ejemplo, interviene en las respuestas del organismo en situaciones de estrés.

También libera **mineralcorticoides**, como la **aldosterona**, que regulan el equilibrio iónico en líquidos intercelulares.

La corteza suprarrenal también secreta pequeñas cantidades de **esteroides sexuales**. Por eso se pueden encontrar ciertas concentraciones normales de hormonas masculinas (**testosterona**) en la sangre de las mujeres; y de hormonas femeninas (**estrógenos**) en la de los varones.



Fotomicrografía de células pancreáticas vistas al MO (100 X).



OTRAS GLÁNDULAS Y HORMONAS

El páncreas es una **glándula mixta**: como glándula exocrina libera secreciones digestivas al tubo digestivo a través de un conducto; y como glándula endocrina, libera secreciones hormonales a la sangre.Como parte del sistema endocrino, el páncreas regula la disponibilidad de glucosa en el organismo a través de 2 hormonas: la **insulina** y el **glucagón**, producidas en los **islotes de Langerhans**.

El timo es una glándula que se encuentra detrás del esternón y está relacionada con la defensa del organismo. Produce leucocitos y libera la hormona **timosina**, que promueve la diferenciación de células de la médula ósea para la generación de linfocitos T del **sistema inmunológico**.

El timo tiene un gran tamaño en los recién nacidos (que tienen pocas defensas) y se reduce con el crecimiento. Prácticamente desaparece en la adolescencia, etapa en la que el sistema inmunológico está bien desarrollado.

A fines del siglo pasado se descubrió que el corazón libera la hormona **natriurética auricular** cuando la presión es alta. Esta hormona actúa en los riñones y estimula la eliminación de agua y de iones sodio. Como resultado de esa liberación, el volumen de sangre disminuye y, en consecuencia, también la presión sanguínea.

Además de producir células sexuales, los **ovarios** y los **testículos** también producen y liberan hormonas. Las gónadas femeninas secretan **estrógenos** y **progesterona**, y las gónadas masculinas secretan **testosterona**.

Además de su actividad en la eliminación de los desechos metabólicos, los riñones también son glándulas endocrinas. Cuando ciertas células renales detectan poca cantidad de oxígeno en la sangre liberan una hormona, la **eritropoyetina**, que actúa en la médula de los huesos largos estimulando la producción de glóbulos rojos.

Las **prostaglandinas** son hormonas muy particulares. No se producen en una glándula determinada; casi todos los órganos del cuerpo las secretan. Llevan este nombre porque en un principio fueron halladas en el semen y se pensó que eran solo producto de la próstata.

Las prostaglandinas actúan en concentraciones más bajas que el resto de las hormonas y son fácilmente degradadas por enzimas. Generalmente estimulan o inhiben las contracciones del músculo liso; también intervienen en la respuesta inflamatoria.



1. ¿Qué relación pueden establecer entre el nombre de la hormona insulina y el lugar del páncreas donde se produce?

2. Sobre la acción de la insulina y el glucagón pueden complementar la información si releen la página 148.

3. Sobre la acción de la eritropoyetina pueden completar la información si releen la página 89.

4. Comparen la acción de la calcitonina y la parathormona con las hormonas pancreáticas.

Algunas células del revestimiento interno del estómago secretan hormonas que regulan la velocidad a la que se mueve el alimento por el tubo digestivo, así como la secreción de jugos digestivos. La **gastrina** estimula la liberación de ácido clorhídrico en el estómago y el peristaltismo facilita la actividad de los jugos gástricos sobre el alimento. La **secretina** y la **colecistoquinina** producen el efecto contrario, es decir, tienden a disminuir la secreción gástrica y los movimientos peristálticos del estómago. Por su parte, la secretina además estimula la secreción pancreática, y la colecistoquinina, en cambio, provoca la liberación del producto biliar.

Desequilibrios en la regulación hormonal

Habitualmente, los desequilibrios hormonales se nombran con prefijos que provienen de palabras griegas: *hiper* e *hipo*. Con la acción de algunas hormonas se pueden predecir las consecuencias de una hipersecreción y de una hiposecreción.

HIPERTIROIDISMO

Una persona con **hipertiroidismo** tiene una elevada producción de la hormona tiroxina y, por consiguiente, un incremento de la velocidad metabólica. Los organismos hipertiroideos suelen consumir rápidamente el valor calórico de los alimentos que ingieren, por eso pueden ser muy delgados. Además, suelen ser muy sensibles al aumento de la temperatura ambiental, porque su cuerpo libera una cantidad anormal de calor.

En un organismo con **hipotiroidismo**, una disminución en la velocidad metabólica produce los efectos contrarios. Las personas suelen ser obesas y susceptibles a las bajas temperaturas ambientales. Hoy en día, ambos desequilibrios hormonales tienen tratamientos médicos adecuados.

DIABETES MELLITUS

La **diabetes mellitus** es una enfermedad ocasionada por la incapacidad del páncreas de producir insulina. Quienes la padecen suelen tener altos niveles de glucosa en sangre que no pueden aprovechar porque la ausencia de insulina impide el ingreso del azúcar a las células. En los diabéticos, parte del excedente de glucosa es eliminado por los riñones, produciendo una orina de carácter dulce: la palabra *mellitus* tiene origen griego y significa miel.

El origen de algunos casos de diabetes es que el sistema inmunitario no reconoce como propias algunas células del páncreas y las destruye. Este caso suele darse desde edades muy tempranas. En general, a estos pacientes se les debe inyectar insulina diariamente: son **insulinodependientes**.

GIGANTISMO HIPOFISARIO

El **gigantismo hipofisario** se debe a una hiperfunción de la glándula hipófisis. Al aumentar la secreción de STH, aumenta el ritmo de crecimiento del sistema óseo. Si esta enfermedad se origina durante la infancia, se desarrolla un gigantismo armónico. La secreción reducida de la misma hormona, provoca un síndrome denominado **enanismo hipofisario**. Generalmente, las personas que padecen esta enfermedad presentan una reducción armónica del crecimiento, desarrollo sexual reducido y ausencia de caracteres sexuales secundarios. La disfunción de la hipófisis puede tener como causa una alteración orgánica o la destrucción parcial o total de la glándula.

ACTIVIDADES

1. Lean las siguientes situaciones y expliquen cuál es la hormona pancreática que se secreta en cada una.
- Recién comieron un plato de fideos con tuco.
- Alguien corre rumbo a la escuela porque se quedó dormido y salió sin desayunar.

2. Busquen información sobre el *Jet lag* y por qué quienes lo sufren tienden a manifestar estados de mal humor.



Las personas que sufren diabetes deben testear su nivel de glucosa en sangre con regularidad. La tecnología de los sistemas de medición hace que los controles sean cada vez más sencillos y menos dolorosos.

El ingenio en la ciencia

EN GENERAL, CUANDO SE HABLA DE HORMONAS MUCHA GENTE LAS ASOCIA CON LA ADOLESCENCIA. SIN EMBARGO, ESTOS MENSAJEROS QUÍMICOS ESTÁN PRESENTES EN EL ORGANISMO MUCHO ANTES DE NUESTRO NACIMIENTO. SI BIEN HOY SE CONOCEN MUCHAS DE SUS ACCIONES REGULADORAS EN EL ORGANISMO, DURANTE MUCHO TIEMPO FUERON UN VERDADERO MISTERIO PARA LOS CIENTÍFICOS.

Uno de los hechos más importantes en la bioquímica del siglo XX fue el descubrimiento de la insulina. Este hallazgo permitió a la medicina tratar una enfermedad que hasta el momento era incurable: la diabetes. Si bien la insulina no cura esta afección, reemplaza la falta de secreción natural.

Por ese entonces, la función digestiva del páncreas era bien conocida. También se había observado que los pacientes diabéticos tenían inflamado o degenerado este órgano. Suponiendo que existía cierta relación entre la diabetes y el páncreas, algunos científicos ensayaron tratamientos con extracto de este órgano, pero no obtuvieron los resultados esperados.



La extracción de la insulina, una de las tres hormonas que secretan los islotes de Langerhans del páncreas, se realizó en 1921 en Toronto, Canadá. El cirujano de 30 años Frederik Banting (1891-1941) y el estudiante de medicina de 23 años Charles Best (1899-1978) usaron un método muy ingenioso para obtener en estado puro (purificar) la insulina.

La obtención de la insulina pura no fue fácil porque las enzimas digestivas que produce el páncreas quedan activas durante algún tiempo, aun después de su extracción del animal. Entonces, mientras estos científicos intentaban observarlo, las enzimas digerían inmediatamente las células que lo constituyen.

La solución fue investigar el páncreas sin extraerlo del animal de laboratorio y en un momento en que el órgano no produjese sus enzimas digestivas.

Banting y Best sabían que el páncreas no secreta enzimas hasta unas horas después del nacimiento del animal. Conocían también la acción de la secretina, hormona producida por el estómago que “informa” al páncreas de la llegada del alimento en el intestino delgado para que libere los jugos pancreáticos en el interior de este conducto digestivo.

Estos científicos pensaron entonces que deberían investigar con páncreas que no hubieran aún recibido el primer mensaje de la secretina. Solo entonces podrían trabajar con un páncreas que nunca produjo ni liberó jugos digestivos.

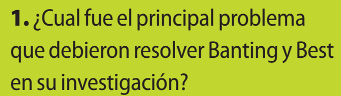
Quizás entonces pudieran obtener la secreción de los islotes de Langerhans, siempre y cuando estos grupos celulares estuvieran en actividad en un organismo recién nacido.

Banting y Best consiguieron páncreas de terneras recién nacidas, prepararon los extractos y los inyectaron a animales que padecían diabetes artificialmente provocada.

Los científicos observaron que una vez aplicado el extracto pancreático, inmediatamente disminuía la concentración de glucosa en la sangre de los animales enfermos. Entonces, atribuyeron a los islotes de

Langerhans la propiedad de la elaboración y liberación de insulina en la sangre de los organismos.
Banting y Best también idearon otra técnica para aislar la insulina. Cuando se bloquea el conducto por el cual el páncreas libera sus jugos hacia el intestino delgado, se interrumpe su actividad y sus células se atrofian. Sin embargo, los islotes de Langerhans continúan con la producción de insulina. Entonces, es posible obtener purificada la hormona.
Los científicos trabajaron en el laboratorio del profesor de fisiología James MacLeod (1876-1935) quien, si bien no estuvo presente en el momento del descubrimiento, agregó su nombre a la primera comunicación sobre los resultados de la investigación, que se hizo a la Asociación Americana de Fisiología. Para poder inscribir la comunicación en esta Asociación, por lo menos uno de los autores de la investigación debía ser miembro de ella. Como ni Banting ni Best lo eran, en 1922, año en que se publicó el trabajo, MacLeod figuró entre ellos. Al año siguiente, reconocieron con el Premio Nobel en Medicina a Banting y MacLeod por el descubrimiento de la insulina. Best no fue nombrado porque nadie lo postuló. Sin embargo, este científico compartió el premio en partes iguales con Banting.
Tanto por el método de extracción en animales recién nacidos, como por el del bloqueo del conducto pancreático, la cantidad de insulina obtenida es muy reducida. Pero en 1926, Johan Jacob Abel (1857-1938), profesor en farmacología en Baltimore, sintetizó por primera vez insulina en forma artificial y, a partir de entonces, fue posible disponer de esta hormona en cantidades mayores. En la actualidad, la insulina se obtiene a partir de procedimientos de ingeniería genética.
Los estudios acerca de las hormonas, las glándulas que las secretan y su funcionamiento, han sido merecedores de muchos premios Nobel. Quizás haya sido por su importancia para la salud humana, ya que estos descubrimientos han sido responsables de mejorar la calidad de vida de muchas personas con desequilibrios endocrinos.
Bernardo Houssay (1887-1971) fue un destacado investigador argentino en el campo de la endocrinología. Recibió el Premio Nobel de Medicina en 1947. Con sus experimentos observó que si se extirpa a perros diabéticos el lóbulo anterior de su hipófisis, mejoran los síntomas de su enfermedad. Observó también que la inyección de extracto de hipófisis a un animal sano, provoca la aparición de diabetes. Con estas investigaciones concluyó que las hormonas que libera la hipófisis regulan la glucemia, es decir, la concentración de glucosa en la sangre.
Edward Kendall (1886-1972), bioquímico estadounidense, ganó el Nobel en 1950 por la obtención de la hormona cortisona a partir de la corteza de las glándulas suprarrenales.





1. ¿Cual fue el principal problema que debieron resolver Banting y Best en su investigación?
2. Describan las dos metodologías que permitieron resolver el problema.
3. ¿Con qué metodología se obtiene actualmente la insulina?
4. Busquen información y escriban una breve biografía de Bernardo Houssay.

Estructura y dinámica del sistema inmunológico

En las páginas anteriores se explicaron algunos de los procesos mediante los cuales el organismo mantiene constante su medio interno y el sistema que los regula, el sistema endocrino.

Aún queda por explicar una serie de complejos procesos homeostáticos que participan en la defensa del organismo frente al ingreso de agentes extraños y el sistema que los controla, el **sistema inmunológico**.

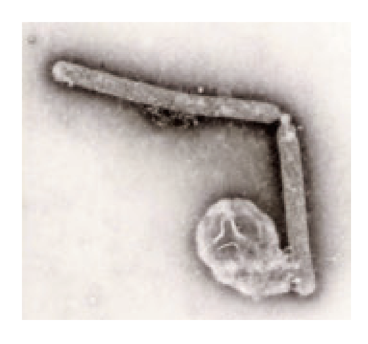
Convivimos con una gran variedad de microorganismos. Los hay en el aire, en el agua y en todo alimento. Ingresan por la boca, por la nariz, por las heridas. Si el organismo no contara con un sistema inmunológico, el cuerpo se convertiría en una fuente de nutrientes para muchos microorganismos. A veces también las células del cuerpo actúan como agentes extraños, como las que se convierten en cancerígenas.

En esas situaciones entra en acción el **sistema de defensa**, es decir, el conjunto de procesos homeostáticos que previenen, limitan o eliminan los efectos causados por un agente extraño y potencialmente perjudicial para el equilibrio del organismo.

En el sistema inmunológico intervienen dos subsistemas:

- el tegumentario, que regula la defensa del organismo a través de la piel y las mucosas (procesos de defensa inespecíficos); y
- el circulatorio, que controla la defensa del cuerpo por medio de la sangre (procesos de defensa específicos).

Agentes extraños y patógenos
Los **virus,** las **bacterias** y los **hongos** son algunos de los agentes extraños que pueden ingresar en el organismo y enfermarlo. Esos agentes patógenos están conformados por una variedad de sustancias que el cuerpo no reconoce como propias y, entonces, reacciona contra ellas.



Cuando las bacterias logran vencer el sistema inmunológico, los médicos recetan antibióticos.



Los hongos se establecen en zonas húmedas del cuerpo y se reproducen rápidamente.

Inmunidad inespecífica

En el organismo hay un conjunto de estructuras y secreciones que constituyen una **barrera primaria de defensa** que limita el ingreso de muchos microorganismos y materiales extraños sin distinción. El conjunto de procesos en los que interviene esta primera barrera se denominan **procesos de defensa inespecíficos** o **inmunidad inespecífica**.

La piel y las mucosas, límites entre el medio interno y externo del cuerpo, son las más evidentes de esas barreras primarias. Estas estructuras intervienen en los procesos de defensa inespecíficos porque:

- la constante descamación de las células superficiales dificulta la adhesión y permanencia de materiales;
- los pelos de la nariz actúan como un filtro atrapando partículas aéreas;
- las secreciones de las glándulas, también resultan un medio hostil para el desarrollo de microorganismos;
- las membranas mucosas de los tractos respiratorio y digestivo, impiden también el ingreso de agentes patógenos. Las secreciones viscosas que producen ciertas células de las vías respiratorias (mucus) y sus cilias, los atrapan y desplazan hasta ser eliminados;
- el jugo gástrico producido en el estómago, que contiene ácido clorhídrico y enzimas que degradan las proteínas, destruye la mayoría de los microorganismos que llegan a él;
- las secreciones ácidas que se producen en la vagina impiden la proliferación de ciertos hongos y bacterias; y
- las lágrimas que mantienen húmedos los ojos, ayudan a eliminar cualquier partícula que se introduzca en ellos.

Cuando son superadas las barreras primarias de defensa, como por ejemplo ante un corte en la piel, interviene la **barrera secundaria de defensa** del organismo. Ciertos componentes sanguíneos forman parte de la barrera secundaria de defensa.

Al producirse una herida, los tejidos dañados producen y liberan **histamina**. Esta hormona aumenta la permeabilidad de los capilares y provoca el aumento de la irriga-



1. Elaboren un cuadro para comparar los procesos de defensa inespecíficos y específicos.
2. Piensen y escriban una analogía entre la inmunidad específica y una situación de la vida cotidiana o de ciencia ficción.

ción sanguínea en la zona afectada. Por eso la herida se inflama, se enrojece y aumenta la temperatura de las regiones cercanas a la misma; todo este conjunto de sucesos se denomina **respuesta inflamatoria**. Simultáneamente a esta respuesta, en la sangre se desencadena la coagulación y el cierre de la herida.

Durante la respuesta inflamatoria, comienzan a actuar en la herida los macrófagos, glóbulos blancos especializados en fagocitar a los microbios que puedan haber ingresado. Una vez que esas células fagocitan y eliminan los cuerpos extraños, mueren. Por eso frecuentemente en las heridas aparece **pus**, fluido con una gran proporción de glóbulos blancos muertos.

Por la sangre también circula un grupo de 20 proteínas denominadas **sistema del complemento**. Estas proteínas se combinan de diversas formas y pueden activar la respuesta inflamatoria atrayendo a los glóbulos blancos al lugar afectado y adhiriéndose a los microbios invasores para facilitar la acción de los fagocitos.

Muchas células, cuando son infectadas por un virus, liberan ciertas proteínas especiales, los **interferones**, que modifican receptores de membranas de otras células y evitan que puedan ser infectadas por ese u otros virus.

Todos los procesos explicados intervienen de la misma forma frente a cualquier tipo de agente extraño, por eso, como los anteriores, también se consideran **procesos de defensa inespecífica**.

Entre los tipos de glóbulos blancos que compone la sangre, los *natural killers* se consideran células asesinas. Distinguen células infectadas por virus y algunas células tumorales y las destruyen.

Inmunidad específica

Cuando un agente extraño no es retenido ni eliminado por las barreras primaria y secundaria, se desencadenan otros **procesos de defensa específicos** (**inmunidad específica**) que actúan de acuerdo con las características del agente invasor. En este tipo de inmunidad intervienen componentes del sistema circulatorio y del linfático.

Los **linfocitos**, uno de los tipos de glóbulos blancos, circulan por la sangre pero se concentran en mayor número en el timo, los ganglios linfáticos y el bazo. Poco tiempo después de originados, los linfocitos adquieren ciertas características que permiten distinguirlos en dos grupos:

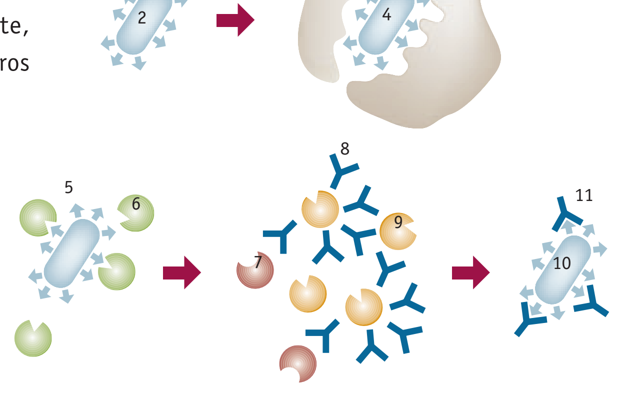
- uno que madura y se diferencia en la médula de los huesos (*bone*, en inglés), los **linfocitos B**; y
- otro que madura y se diferencia en el timo, los **linfocitos T**.

Los linfocitos B tienen en su membrana plasmática un determinado tipo de **anticuerpo**, proteína producida por estas células en respuesta a la presencia de un antígeno. Los anticuerpos también de denominan **inmunoglobulinas**.

Un **antígeno** es una molécula que el organismo reconoce como extraña y que es capaz de provocar que los linfocitos B produzcan anticuerpos.

Cuando los linfocitos B detectan su antígeno correspondiente, aumentan su actividad metabólica, se multiplican y diferencian en otros dos tipos de linfocitos:

- las **células plasmáticas**, que producen más anticuerpos para contrarrestar la presencia del antígeno; y
- las **células de memoria**, que continúan produciendo anticuerpos aun después de la eliminación del agente que causa enfermedad. Entonces, si volviera a ingresar en el organismo el mismo agente extraño, la respuesta es inmediata y no se produce enfermedad.



1. Antígenos
2. Bacteria
3. Macrófago
4. Bacteria ingerida
5. Antígenos
6. Linfocito B adecuado al antígeno
7. Linfocito B no adecuado al antígeno
8. Anticuerpos
9. Linfocito cooperador
10. Bacteria desactivada
11. Anticuerpos

En el organismo hay cuatro variedades de linfocitos T:

- los **citotóxicos** (**Tc**), que destruyen células tumorales y células infectadas por virus;
- los **helpers** (**Th**) (*helper*, ayudante en inglés), que se reproducen rápidamente ante la presencia de antígenos y forman grandes grupos de células idénticas o clones;
- los **supresores** (**Ts**) que finalizan la respuesta inmune una vez que los agentes extraños han sido eliminados; y
- los **de memoria** (**Tm**), de vida prolongada.

Cuando los virus atacan las células y se reproducen dentro de ellas, éstos no pueden ser detectados ni neutralizados por los anticuerpos que circulan por la sangre y la linfa. Pero una célula infectada por virus presenta en su membrana nuevos antígenos que pueden ser detectados por los linfocitos T citotóxicos. Al reconocerla, la destruirán y dejarán expuestos a los virus, que así podrán ser reconocidos por los anticuerpos y desarrollar la respuesta inmune. Este mismo proceso también ocurre con algunas células cancerosas.

En síntesis, la respuesta inmune específica se caracteriza por:

- su **especificidad**: cada anticuerpo es capaz de reconocer o neutralizar a un tipo de antígeno.
- Su **memoria**: los linfocitos, una vez que han reconocido a un antígeno, quedan preparados y responden rápidamente ante una nueva invasión.



Donar sangre, abrazar o besar a otro, son conductas que no transmiten HIV.

SIDA

El sida es una etapa avanzada de una infección cuya sigla significa síndrome de inmunodeficiencia adquirida. Un síndrome es un conjunto de síntomas y signos que aparecen combinados por la manifestación de una enfermedad o alteración hereditaria.

En el sida, los síntomas revelan una disminución del sistema inmunitario del organismo. No es hereditaria, sino que es producida por un tipo de virus al que se denomina virus de inmunodeficiencia humana (VIH o HIV en inglés).

Los primeros casos de sida aparecieron en 1981, en los Estados Unidos. Los médicos observaron que algunos adultos jóvenes padecían una disminución del sistema inmune y muchas veces, morían a causa de enfermedades que en otras condiciones no hubiesen ocasionado la muerte.

La infección VIH/sida es uno de los problemas de salud más importantes de los últimos veinticinco años. El impacto en muchos países, en particular en África fue devastador. La pobreza es un factor importante para la propagación del virus, y a su vez, el VIH/sida aumenta la pobreza.



El 1 de diciembre fue propuesto por la ONU como el día mundial de la lucha contra el sida. El lazo rojo es símbolo de esta lucha y de solidaridad con las víctimas.

El VIH se transmite a través del contacto directo de los fluidos vaginales y/o el semen de personas portadoras. Este contacto se produce durante las relaciones sexuales sin preservativo, a través de heridas microscópicas originadas en las mucosas de los genitales, del ano o de la cavidad oral. También se contagia por medio de sangre infectada, cuando ingresa a la circulación sanguínea de una persona. Esto puede suceder en transfusiones de sangre no controlada, en el intercambio de jeringas en prácticas de uso de drogas inyectables, al compartir máquinas de afeitar, o al utilizar cualquier instrumento punzocortante sin esterilizar. Otra forma de transmisión puede ser de madre a hijo, durante el embarazo, el parto o por la leche materna.

En síntesis, los únicos fluidos corporales capaces de transmitir el virus son la sangre, el semen, las secreciones vaginales y la leche materna. Estos líquidos poseen gran concentración de virus que al ingresar a la circulación sanguínea de una persona producen

la infección. El virus no se transmite por medio de otros fluidos como la saliva y las lágrimas. Por lo tanto besar, abrazar a una persona, compartir baños, la pileta o elementos de la vajilla, no contagian. Tampoco se produce la infección por picaduras de insectos.

Principalmente, los linfocitos Th son las células blanco del virus. Estas células son esenciales en la respuesta inmune ya que promueven la acción de los linfocitos B y los linfocitos Tc. Es decir, la respuesta inmunitaria depende fundamentalmente de estas células.

Para ingresar a los linfocitos Th, el VIH se une a los receptores CD4 presentes en su superficie. Una vez dentro de la célula, el virus inserta una copia de su información en el ADN celular, donde puede permanecer inactivo. Así, la persona infectada por el VIH atraviesa un período asintomático, que puede durar meses, varios años o toda la vida.

Sin embargo, el virus puede activarse por diversos factores y formar nuevos virus que terminan por destruir este tipo de linfocitos. La pérdida clave de estas células, debilita y destruye al sistema inmunológico.

De esta forma, la persona infectada con el virus, puede contraer enfermedades llamadas oportunistas o marcadoras, como la neumonía o ciertos tipos de cáncer. Estas enfermedades difícilmente aparecen en personas que poseen su sistema inmunológico sano.

Actualmente, no existe una cura o vacuna contra el sida. La dificultad para fabricarlas radica en la alta velocidad de mutación del material genético del virus. En efecto, se han encontrado en una misma persona cepas del VIH distintas entre sí.

Existen estudios que permiten detectar la infección VIH/sida. El llamado “test de sida” es una prueba que detecta la presencia de anticuerpos específicos frente al virus, ya que éstos solo se forman cuando el VIH ha ingresado al organismo.

El diagnóstico positivo de la infección permite iniciar oportunamente tratamientos mediante varias drogas combinadas que impiden el avance y la reproducción del virus en el organismo. De esta forma, se prolonga el período asintomático y mejora la calidad de vida de los enfermos. En nuestro país, estos tratamientos son gratuitos. Sin embargo, en la mayoría de los países pobres, las medicaciones basadas en cócteles de drogas son muy caras para la población infectada y de escasos recursos económicos.

Por otra parte, en un primer momento y en función de los propios condicionamientos que marca la sociedad, el problema del VIH/sida se redujo a algunos países o algunos grupos sociales, como los varones homosexuales o los adictos a drogas inyectables. Este tipo de pensamiento contribuyó a instalar la ilusión de que, si no se pertenece a estos países o a esos “grupos” no se está en riesgo. Estas primeras ideas sobre la infección VIH/sida no son correctas. Por lo tanto, es importante tener conocimiento que cualquier persona que no tome medidas preventivas puede infectarse de VIH/sida. Así, la herramienta más eficaz para evitar la transmisión del VIH es la educación de la población y la real puesta en práctica de las medidas preventivas.

En la actualidad, el único medio para prevenir la transmisión del VIH por vía sexual es el uso correcto del preservativo durante todo el acto sexual.

El contagio por vía sanguínea puede prevenirse a través del uso de materiales estériles y descartables. Estas condiciones se deben exigir al personal de salud que utilice elementos punzantes o cortantes, o en prácticas de tatuajes o perforaciones (piercing). Desde 1990, la Ley Nacional de SIDA (Ley 23.798) establece entre numerosas normativas de bioseguridad, el control estricto de trasplantes, la sangre o sus derivados a transfundir, para evitar múltiples contagios.



En 2004 se presentó un kit de test rápido para HIV. Solo sería seguro para detectar algunos tipos de anticuerpos.



1. Confeccionen un listado de conductas de riesgo de contagio de HIV y otro de conductas que no impliquen ninguna posibilidad de transmisión.

2. Realicen una encuesta en la escuela que les permita conocer qué piensan sus compañeros y amigos sobre el HIV/sida.

3. Analicen los resultados obtenidos y confeccionen un folleto que invite a la reflexión sobre este tema.

CON-FORMACIÓN CIENTÍFICA

Historia del concepto de inmunidad

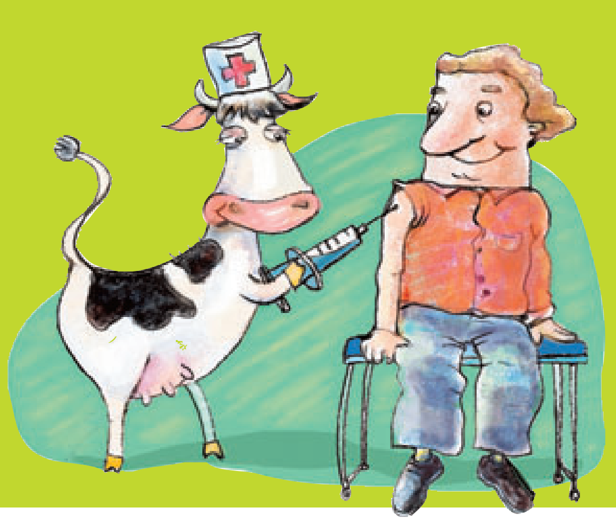
DURANTE MUCHO TIEMPO, LA HUMANIDAD TUVO QUE ENFRENTAR UN ENEMIGO MUY PELIGROSO: LA VIRUELA. ESTA ENFERMEDAD ANIQUILÓ POBLACIONES ENTERAS O DEJÓ CICATRICES Y DEFORMACIONES EN LOS SOBREVIVIENTES. SE CALCULA QUE DURANTE EL SIGLO XVIII PRODUJO EN EL MUNDO 60 MILLONES DE VÍCTIMAS MORTALES.

EL 8 DE MAYO DE 1980 LA ASAMBLEA MUNDIAL DE LA SALUD DECLARÓ A LA VIRUELA TOTALMENTE ELIMINADA DEL MUNDO. SIN EMBARGO, HOY VUELVE A CONSTITUIR UNA GRAVE AMENAZA PARA LA HUMANIDAD. CONSERVADOS EN ALGUNOS LABORATORIOS, ESTOS VIRUS PODRÍAN DIEZMARLA NUEVAMENTE PERO, ESTA VEZ, FORMANDO PARTE DE ARMAS BIOLÓGICAS.

Si bien se atribuye al médico inglés Edward Jenner (1749-1823) la propuesta de un método preventivo para la viruela humana, mucho tiempo antes médicos chinos e indios habían observado que padecer esta enfermedad confería inmunidad para toda la vida.
Hacia el año 1100 a.C., los médicos chinos pensaron que si se provocaba un episodio leve de viruela, se podría impedir que aumentara la gravedad de la enfermedad. Entonces, inventaron una técnica que consistía en triturar una costra de viruela de un enfermo e introducir el polvillo en uno de los orificios de la nariz de otra persona. Si el individuo era hombre, se lo introducían por el orificio nasal izquierdo; si era mujer, por el derecho. Habitualmente, pero no siempre, estas personas padecían una viruela leve, aunque el polvo se hubiera preparado mucho tiempo antes.
Para ese entonces, los médicos árabes habían inventado una técnica diferente a la anterior: frotaban el material extraído de una pústula de viruela sobre una herida que practicaban en el brazo de una persona sana.
En 1717 el médico griego Emmanuele Timoni asistió el parto de la esposa del embajador de Inglaterra en Turquía, Lady Montagu. Dada su experiencia, Timoni advirtió rápidamente que la mujer había sufrido un ataque de viruela y la persuadió para que le permitiera vacunar a su primer hijo.
Lady Montagu, como muchas en su época, fue una mujer muy curiosa e interesada por el conocimiento, el que obtuvo como autodidacta porque la educación no estaba contemplada para el género femenino.
Consciente de las limitaciones que su sexo le imponía en aquella época, escribió a los 20 años:

Por lo general, a mi sexo se le prohíben los estudios y se considera locura en nuestra propia esfera, pronto se nos perdona cualquier exceso antes que el que pretendamos leer o tener buen sentido. No se nos permiten libros excepto los que tienden a debilitar y afeminar la mente. Difícilmente hay un carácter más despreciable, o más susceptible de ridículo universal, que el de una mujer erudita: esas palabras implican una criatura charlatana, impertinente, vana y engreída.

Antes de sus 30 años, Lady Montagu hablaba latín, francés, árabe, se vistió de varón para poder visitar la mezquita de Santa Sofía y visitó varias veces el harén del Sultán.
Esta mujer divulgó la inoculación (como se llamó a la técnica) en la sociedad aristocrática de Inglaterra y en la comunidad médica de la época.
De su viaje a Turquía, Lady



Montagu contó a una amiga el procedimiento que allí empleaban para evitar caer enfermos de viruela. En su carta fechada el 1 de abril de 1717 decía:

A propósito de enfermedades os voy a contar algo que estoy segura os daría ganas de estar aquí. La viruela, tan fatal y general entre nosotros, aquí es completamente inofensiva gracias a la invención de la inoculación, que es el término que usan. Hay una serie de mujeres ancianas que se dedican a efectuar la operación. Cada otoño, en el mes de septiembre que es cuando disminuye el calor, las personas se preguntan unas a otras si piensan que alguno de su familia va a tener viruela. Con este propósito forman grupos y cuando se reúnen (15 o 16 juntos) una anciana llega con una cáscara de nuez llena de materia del mejor tipo de viruela y pregunta qué venas te gustaría te abriera. Inmediatamente rasga y abre la que le has ofrecido con una aguja larga (que no produce más dolor que un rasguño) y pone en la vena tanto veneno como cabe en la punta de una aguja; después venda la pequeña herida con un trozo hueco de la cáscara y así hace con 4 o 5 venas. Los griegos tienen la superstición común de hacer una apertura en medio de la frente, otra en cada uno de los brazos y otra más en el pecho, para marcar la forma de la cruz, pero eso tiene un mal efecto porque todas estas heridas dejan pequeñas marcas. Quienes no son supersticiosos no las hacen ahí, sino que eligen las piernas o la parte de los brazos que permanece oculta. Los pacientes jóvenes o niños juegan juntos durante el resto del día y tienen perfecta salud hasta el octavo día. Entonces comienza a subirles la fiebre y están en cama durante 2 días, y a veces 3. A los 8 días están como antes de su enfermedad. Cada año miles de personas se someten a esta operación y el embajador francés dice que ellos toman la viruela como en otros países las aguas. No hay ejemplo de nadie que haya muerto en la operación y créeme estoy tan satisfecha con la seguridad del experimento que pretendo intentarlo en mi propio hijo.

De regreso a Inglaterra, consiguió que la princesa de Gales inoculara también a sus propios hijos. Así, la práctica se extendió rápidamente por el país. Sin embargo, fue muy cuestionada por médicos de la época y, como Lady Montagu lo anticipara, muchas voces sonaron en su contra.
Además de acusarla de ignorante en la ciencia de la medicina, su género fue determinante en la evaluación negativa de la práctica de la inoculación.
Su perseverancia y audacia la hizo publicar en 1722 un texto anónimo en el que explicó las ventajas de la inoculación.

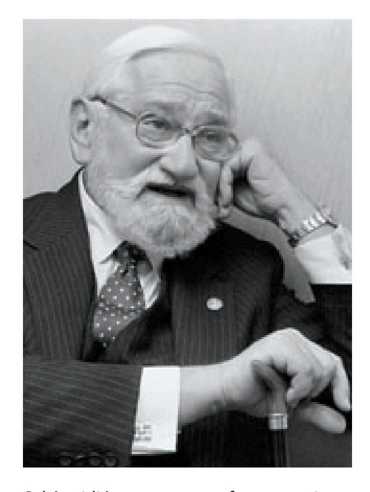
Un pionero de la inmunidad en la Argentina: el Dr. Muñiz

Francisco Muñiz (1795-1871), médico y militar argentino, se dedicó en sus primeros trabajos científicos al tema de la vacuna antivariólica.
Desde 1828 se desempeñó como Administrador de Vacunas en el centro de la provincia de Buenos Aires.
Desde su cargo, procuró que se aplicase la vacuna preventiva a un gran número de pobladores de esa región que le había tocado administrar. Esta actividad le valió el reconocimiento de la Real Sociedad Jenneriana de Londres.
En 1844, la ciudad de Buenos Aires se había quedado sin vacuna antivariólica. Muñiz se trasladó hasta la ciudad con una de sus hijas, una beba recién vacunada, con cuya linfa pudieron inocular a más de 20 personas. A partir de este hecho pudo restablecerse la vacunación de la población de toda la ciudad.
Paradójicamente, el Dr. Muñiz murió en 1871 víctima de la fiebre amarilla, una enfermedad infectocontagiosa.



1. Expliquen el éxito de la práctica de la inoculación con la información de las páginas 169 y 170.
2. Busquen información sobre otras mujeres en quienes su género fue un obstáculo para su vocación científica.
3. ¿Quién fue George Sand? Relacionen su original personalidad con la de Lady Montagu.

La revolución de la vacuna
Desde las investigaciones de Jenner hasta la actualidad, es mucho lo que los científicos han trabajado para mejorar la calidad y la forma de administrar las vacunas. En la década del 60, Albert Sabin revolucionó el concepto de vacunación al idear la administración oral de la vacuna antipoliomielítica, hecho que permitió que gran parte de la población mundial accediera a ella. A comienzos del siglo XXI, los científicos buscan la manera de crear un tipo de vacuna que sea más eficaz y que tenga mayor facilidad de aplicación. Utilizando técnicas de manipulación genética, buscan modificar ciertos alimentos como la papa, la banana o la leche para lograr formas de inmunización masiva a través de su ingesta.


Sabín pidió que su vacuna fuera gratuita y universal y nunca aceptó dinero por su idea. Su preocupación especial fue que su descubrimiento estuviera al alcance de todos.

Inmunidad activa natural y artificial

Según una de las acepciones del Diccionario de la Real Academia Española, inmunidad *es el privilegio local concedido a los templos e iglesias, en virtud del cual los delincuentes que a ellas se acogían no eran castigados con pena corporal en ciertos casos*.

Esta acepción alude a cierto tipo de protección y fue redefinido en el campo de la biología y de la medicina para denominar la resistencia natural que un organismo opone a ser atacado por agentes patógenos.

Cuando el organismo produce naturalmente sus propios anticuerpos ante el ingreso de agentes extraños, el tipo de defensa desencadenada se denomina **inmunidad activa natural**.

El cuerpo también puede producir anticuerpos como respuesta a la aplicación de **vacunas**. Este tipo de defensa se llama **inmunidad activa artificial**.

Las vacunas son fabricadas a partir de:

- los mismos agentes patógenos, pero con su virulencia atenuada;
- los agentes patógenos muertos; y
- las sustancias tóxicas que los agentes patógenos producen y liberan.

Al recibir una vacuna, durante algunos días el organismo produce los anticuerpos específicos y la información queda en las células de la memoria. Cuando una persona enferma gravemente, el tiempo que demoran estos procesos puede ser mortal. En esta situación, al enfermo se le aplican anticuerpos elaborados por otros organismos que desencadenan inmediatamente los mismos procesos de defensa.

Los **sueros** son elaborados con anticuerpos que fueron sintetizados por humanos o animales de otra especie. Este tipo de defensa se denomina inmunidad pasiva artificial, pero no es tan duradera como las activas natural y artificial. Con el tiempo, el organismo detecta como ajenos los anticuerpos inoculados, son degradados por los glóbulos blancos y, por consiguiente, desaparece la inmunidad.

LOS TRASPLANTES

Las membranas plasmáticas de las células de un organismo tienen sustancias que son diferentes a las que tienen otras personas. El sistema inmunológico reconoce lo propio y lo extraño a través de la identificación de estas sustancias. Los linfocitos T intervienen en el proceso de reconocimiento de estas sustancias.

Cuando los linfocitos T detectan agentes o sustancias ajenas, el sistema inmunológico desarrolla una serie de procesos que terminan con su inhibición y destrucción.

Por un lado, esos procesos son importantes para conservar la salud del organismo pero, por el otro, dificultan los trasplantes de órganos.

El órgano de un donante es **compatible** con el cuerpo del receptor cuando son similares las sustancias que poseen las membranas plasmáticas de las células de ambos. Cuanto mayor es la similitud entre esas sustancias, mayor es la probabilidad de que el trasplante sea exitoso.

El rechazo del órgano trasplantado ocurre cuando el sistema inmunológico lo reconoce como extraño porque las sustancias de las membranas celulares son muy diferentes a las del receptor. En esta situación, el sistema inmunológico desarrolla los procesos de defensa que inhiben el funcionamiento del órgano trasplantado.



1. Investiguen cuál es el calendario de vacunación obligatoria en nuestro país. Pueden encontrar información en envases de leche, salas sanitarias, hospitales, libros, Internet.

2. ¿Cuáles son las ventajas de que la vacunación sea obligatoria?

3. ¿Por qué es necesario deprimir el sistema inmunitario de los trasplantados?

34 || CLARIN || **SALUD** || 1º DE DICIEMBRE DE 2005

MODIFICARON LAS NORMAS SOBRE ABLACIÓN E IMPLANTE DE ÓRGANOS QUE REGÍA DESDE 1993

Por ley, los mayores de 18 años ahora son donantes de órganos

Salvo si hay una expresa negativa. Aun así, se sigue depositando en la familia la decisión si el muerto no hubiera dejado constancia de su voluntad. En el caso de menores, los padres deben dar su conformidad.

Georgina Elustondo

La donación de órganos tiene un nuevo marco regulatorio en la Argentina: el Senado convirtió en ley el proyecto que incorpora la figura del "donante presunto", un concepto que supone la autorización tácita: **todos los ciudadanos serán potenciales donantes de órganos y tejidos salvo que expresen su negativa por escrito**.

Con su aprobación, la Cámara Alta modificó la Ley 24 193 sobre Ablación e Implante de Órganos, que rige en el país desde 1993. El proyecto había logrado media sanción en Diputados el 18 de mayo, donde había llegado impulsado por el Poder Ejecutivo, que consideró "**imperativo**" resolver el drama de miles de personas que, a diario, ven apagar sus vidas en interminables listas de espera para un trasplante.

La nueva ley determina que las personas "podrán manifestar en forma expresa su voluntad negativa o afirmativa a la ablación de órganos de su propio cuerpo", así como "restringir de un modo específico su voluntad afirmativa a determinados órganos y tejidos" y/o a determinados "fines" (para ser implantados en seres humanos o con fines de investigación). También establece que pueden "**condicionar la donación** al previo consentimiento de determinada persona, sea o no familiar".

Según reza la nueva norma, "la ablación podrá efectuarse en toda persona capaz, mayor de 18 años, **que no haya dejado constancia expresa de su oposición**" a la donación (si el fallecido es menor, los padres deben autorizarla).

Aun así, si bien supone un camino inverso al que rige ahora (el del consentimiento explícito), la flamante ley **sigue depositando en la familia la decisión final** si el fallecido no hubiera dejado constancia de su voluntad.

Los defensores del consentimiento presunto aseguran que la nueva ley "**no obliga**" a donar sino que expone a los argentinos a la necesidad de informarse, reflexionar y decidir.

Varios **fantasmas** se agitan en torno a la donación. El tráfico de órganos preocupa a muchos, pero también angustia el tema del momento exacto en el cual se establece la muerte de una persona. "El diagnóstico de muerte está perfectamente reglado. Lo hacen profesionales y tiene absoluta certeza y seguridad", comentó el director del CUCAIBA, Ricardo Ibar.

Fuentes parlamentarias estimaron que la ley empezará a regir **en un mes**. De ahí en más, los funcionarios del Registro Civil "estarán obligados" a pedir a quienes "se acerquen a hacer cualquier trámite que manifiesten su voluntad negativa o positiva". La misma quedará explícita en el DNI y será comunicada de inmediato al INCUCAI.

Órganos que salvan vidas

PERSONAS EN LISTA DE ESPERA DE ÓRGANOS **5.647**

PERSONAS QUE MUEREN EN LISTA DE ESPERA **1 POR DÍA**

PARA TRASPLANTE INMEDIATO

Órgano	Horas útiles
CORAZÓN	6 - 8
PULMONES	4 - 6
HÍGADO	12 - 20
PÁNCREAS	sin estadísticas
RIÑONES	48

Durante la espera se disminuye artificialmente el metabolismo de los órganos para que no pierdan sus funciones.

Pulmones, Corazón, Hígado, Páncreas, Riñones

PARA BANCO DE ÓRGANOS

Algunos órganos y tejidos puede ser procesados y crioconservados (a muy bajas temperaturas).

HUESECILLOS DEL OIDO
Permiten recuperar parcialmente la audición.
Martillo, Yunque, Estribo

CÓRNEAS
Es el único componente del ojo que se utiliza para trasplantes.
Retina, Cristalino, Córnea, Iris

Radio, Cúbito

ARTERIAS Y VÁLVULAS CARDÍACAS

Fémur

PIEL
Se extrae de glúteos, muslos, torso y espalda y se utiliza para el tratamiento de quemaduras, protegiendo al paciente de infecciones y deshidratación hasta que regenere su propia piel.

Tibia

HUESOS LARGOS
Fémur, tibia, cúbito y radio.
Se pueden conseguir hasta 8 huesos de cada donante. Con cada uno de ellos se realizan 2 o 3 trasplantes.

TRASPLANTES

Año	98	99	00	01	02
Trasplantes	556	693	643	627	560

Con el trasplante de los órganos de un solo donante se pueden salvar la vida de siete personas.



1. Lean el artículo y respondan:

- ¿Qué significa ser "donante presunto"?
- ¿Qué diferencias pueden establecer entre la reglamentación anterior y la nueva?
- ¿Qué argumentos apoyan la reformulación de la ley?
- ¿Cuáles podrían ser los argumentos de la oposición?

La homeostasis de la temperatura corporal en la historia

Alrededor de 200 años atrás, sucedió un hecho que ilustró la capacidad del organismo humano para regular su temperatura interna. El doctor Charles Blagden, secretario de la Sociedad Real de Londres, permaneció 45 minutos junto con dos amigos, un perro en una canasta y un trozo de carne en una habitación que había sido calentada a 126 °C.

El doctor, sus amigos y el perro no resultaron afectados. El material del canasto impidió que el perro se quemara las patas. No obstante, el trozo de carne se cocinó.

Cuando la temperatura ambiental es muy elevada, la termorregulación del organismo implica gran pérdida de agua corporal a través de la transpiración. Por lo tanto, finalizado el experimento es probable que el doctor Blagden y sus amigos se encontraran sedientos y no hayan eliminado orina.

Regulación de la temperatura

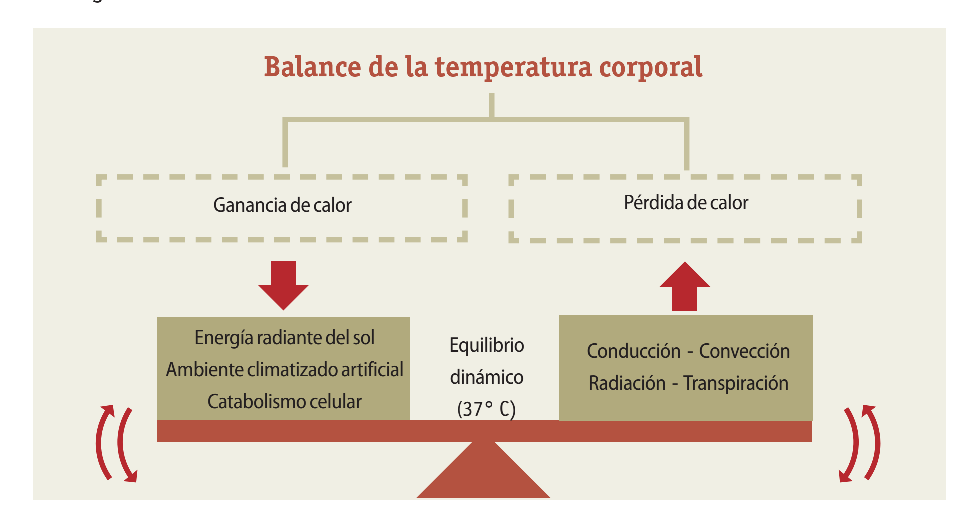
Cuando nos abrigamos con ropa o nos cubrimos con mantas en la cama, éstas no proporcionan calor al cuerpo, solo retardan la transferencia de calor desde el cuerpo hacia el ambiente. La principal fuente de calor del organismo son sus células, que lo liberan durante la degradación de los nutrientes (catabolismo celular).

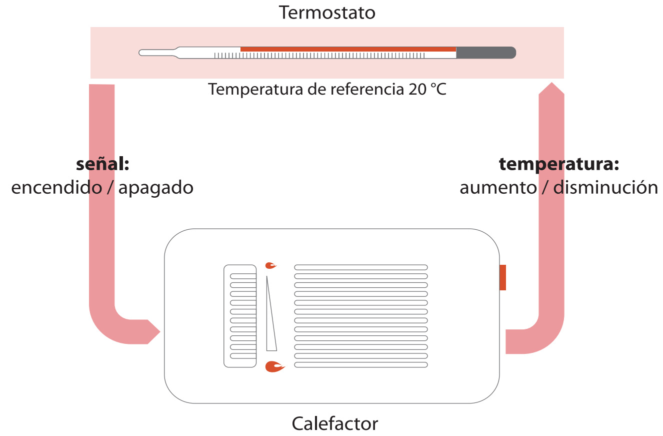
Desde el organismo, el calor puede ser transferido hacia el medio externo por vías diferentes entre sí:

- por **conducción**: el cuerpo transfiere calor por contacto directo con un objeto o material de menor temperatura. Por ejemplo, al pisar con los pies descalzos un piso de cerámica, se produce una transferencia de calor más rápida que al pisar un piso alfombrado;
- por **convección**: el cuerpo transfiere calor al aire que lo rodea. Este volumen de aire se dilata, disminuye su densidad, asciende y es reemplazado por otro "más frío", es decir, a menor temperatura;
- por **radiación**: el cuerpo también transfiere calor sin estar en contacto directo con objetos o materiales, como energía radiante que se presenta en forma de ondas; y
- la **evaporación** del sudor sobre la superficie del cuerpo también es una vía importante de transferencia de calor. Por cada gramo de agua que pasa de estado líquido a gaseoso, se liberan 500 calorías.

Para comprender la regulación de la temperatura corporal, se puede establecer una analogía con el sistema de calefacción automático de una casa a través de un termostato.

En condiciones normales, la temperatura corporal se mantiene en un equilibrio dinámico alrededor de los 37 °C, con pequeñas fluctuaciones.





El termostato está compuesto por un sensor térmico (termómetro) y un calefactor. El mantenimiento de la temperatura del hogar está dado por un proceso de retroalimentación negativa.

Cuando el sensor detecta una temperatura inferior a la de referencia (por ejemplo 20 °C), se enciende el calefactor y transfiere calor al medio. Cuando el sensor detecta que el aire ha llegado a la temperatura de referencia, el calefactor se apaga. En el estudio de los organismos, este fenómeno se denomina retroalimentación negativa porque el resultado de un proceso inhibe a ese mismo proceso.

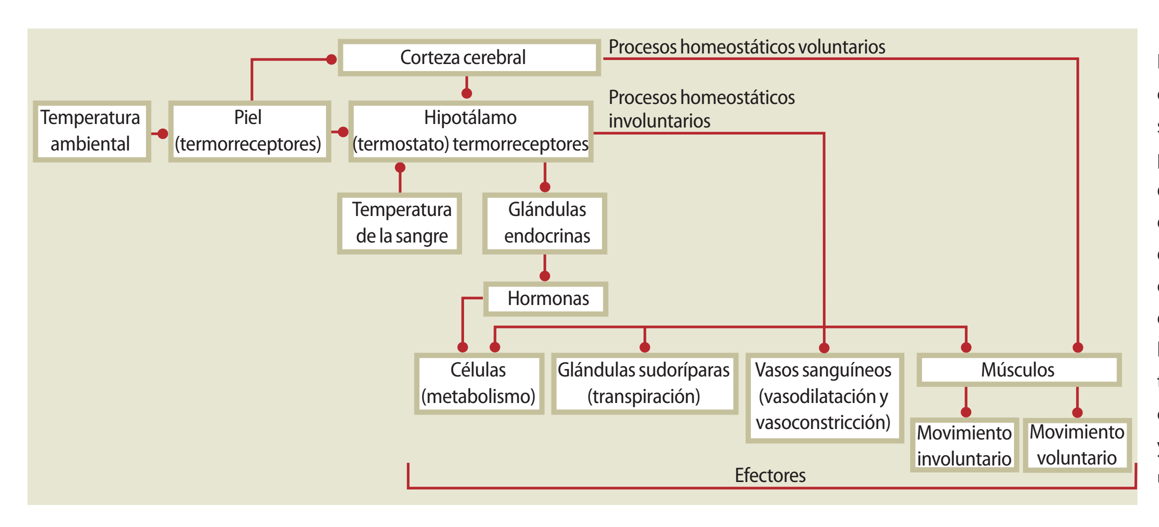
La temperatura corporal del organismo está regulada por un complejo sistema homeostático en el que intervienen el sistema nervioso y el endocrino. El centro principal de la regulación es el hipotálamo que funciona como un termostato.

Por ejemplo, cuando los receptores de temperatura de la piel y los del hipotálamo, que registran la temperatura de la sangre, detectan una disminución de la temperatura por debajo de los 37 °C, se activan diversos procesos efectores. Los vasos sanguíneos de la superficie corporal se contraen y disminuye la circulación sanguínea de la piel; se reduce la transferencia de calor por conducción al ambiente; aumenta la actividad muscular voluntaria (mover los miembros en forma rápida y alternada) e involuntaria (temblores); y disminuye la transpiración.

ACTIVIDADES

1. Piensen en otros sistemas automáticos que se autorregulen y esquematicen el sube y baja correspondiente para cada caso.

2. Copien la trama conceptual de la página 157 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.



El comportamiento complejo de los seres humanos permite intervenir de manera artificial en la regulación de la temperatura corporal. Por ejemplo, al modificar la velocidad de transferencia de calor a través del tipo y la cantidad de ropa usada.

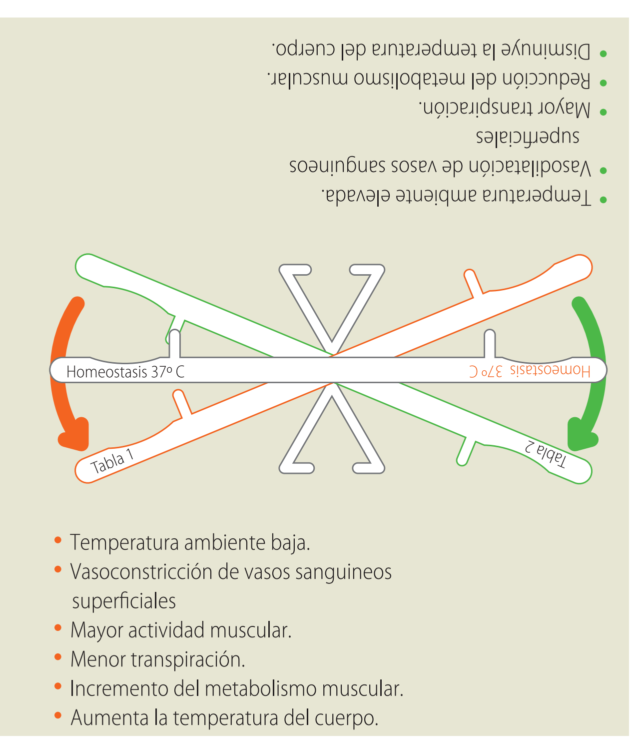
El metabolismo celular aumenta por la estimulación provocada por el sistema nervioso y ciertas hormonas del sistema endocrino.

Cuando la temperatura corporal asciende, los procesos se invierten. Los vasos sanguíneos superficiales se dilatan y aumenta la circulación sanguínea en la piel. Así, se transfiere gran cantidad de calor al aire circundante. Además, se incrementa la transpiración por toda la superficie del cuerpo y disminuye el metabolismo celular.

La fiebre, se debe a un reajuste en el termostato del hipotálamo. Es decir, se eleva el punto de referencia (temperatura promedio).

Cuando comienza la fiebre, la persona siente frío y temblores, aunque la temperatura corporal aumente. Esto se debe a que aún la temperatura es inferior al nuevo valor fijado en el termostato del hipotálamo.

Los nuevos reajustes que causan la fiebre son provocados por sustancias liberadas por agentes patógenos y proteínas producidas por los glóbulos blancos. No se conoce en forma certera la función de la fiebre pero se piensa que los incrementos moderados de temperatura estimulan la acción del sistema inmune y contribuyen a combatir infecciones. De este modo, la fiebre constituye un proceso de retroalimentación positiva que ocurre en ciertas ocasiones controladas con un fin específico.



HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

Nada más complejo para la ciencia que definir qué es la ciencia.
Además de un conjunto organizado y validado de conocimientos, es un tipo de actividad que, por ser humana, resulta tan difícil su descripción como su explicación. Además, tiene una forma de hablar y de escribir, el discurso científico, que no es más complejo que cualquier otro lenguaje.

La ciencia y el discurso científico

La **ciencia** es un conjunto de ideas, actividades y valores desarrollados por un grupo de personas que pretenden interpretar el mundo y darle un significado para poder intervenir en él. Esas personas tienen una forma especial de percibir el mundo, tan subjetiva como la de cualquier otra. También, como el resto de la gente, sus observaciones están influidas por sus propias creencias, experiencias y factores sociales, políticos, económicos y culturales.
Sin embargo, el conocimiento científico actual está conformado por las mejores explicaciones acerca del funcionamiento del mundo. Son y serán las mejores explicaciones mientras resulten útiles. En cuanto no sirvan para resolver nuevos problemas, se las modificará tantas veces como sea necesario.
En ciencias, en el proceso de producción y selección de las mejores explicaciones interviene la experimentación, la aplicación de los resultados y su comunicación.
Los nuevos problemas que pretende resolver la ciencia están estrechamente vinculados con las necesidades y problemáticas sociales de cada momento histórico y siempre se construye a partir de conocimientos preexistentes. Por eso, la ciencia no está conformada por verdades inmutables y definitivas: es un conocimiento provisorio, cambiante, flexible, en perpetuo estado de evolución y desarrollo.
En cuanto a la **experimentación**, en la ciencia no hay métodos únicos que aseguren el descubrimiento ni la elaboración de teorías verdaderas. Cada disciplina y cada equipo de científicos tiene su propio estilo de investigación. Sin embargo, en ciencias hay ciertos procedimientos que permiten distinguir el quehacer de los científicos de los que se realizan en otro tipo de actividades.
En general, una investigación científica comienza con el planteo de un **problema** o una **pregunta** que no pueden resolverse con el conocimiento que se posee hasta ese momento. A partir de esos planteos, los científicos proponen **hipótesis**, es decir, conjeturas provisorias sobre posibles vías de solución del problema, que podrán ser confirmadas o refutadas a través de la actividad experimental.
La experimentación requiere de cierto tiempo para evaluar los objetivos, los recursos necesarios, los disponibles y la manera en que se obtendrán los datos, entre otros aspectos de su diseño. La elaboración de las **conclusiones** derivará de la interpretación que los científicos realicen de los resultados obtenidos. Por todos los pasos que requiere una investigación, la imaginación, la curiosidad, la intuición, la creatividad, la casualidad y la originalidad han sido, son y serán ingredientes fundamentales en la actividad de los científicos.
Finalmente, la comunicación, difusión y debate de las nuevas ideas científicas se realiza a través de un lenguaje propio o **discurso científico**, en el que se usan descripciones y explicaciones, pero las **justificaciones** tienen un papel protagónico.
Por lo tanto, en ciencias el conocimiento, la experimentación, los valores y el discurso interactúan en el logro de una meta específica: la comprensión del mundo para intervenir sobre él.



1. Busquen 3 textos justificativos en este libro e identifiquen sus características, como se procedió en esta página.
2. Busquen otros textos justificativos que no respondan al campo de la Biología.

La justificación

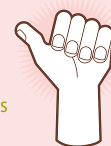
Justificar es producir razones y establecer relaciones entre ellas con el objetivo de hacer comprensible un fenómeno, proceso, resultado, comportamiento, etcétera. Hasta aquí, justificar no sería muy diferente a explicar. Sin embargo, a diferencia de la explicación, en la justificación se recurre a un cuerpo de conocimientos consensuado por una comunidad científica (leyes, teorías, modelos), que le garantiza validez y le permite resistir a posibles objeciones o contraargumentos.

JUSTIFICACIÓN			
PROPÓSITO	**ORIGEN**	**RESPONDE A**	**CARACTERÍSTICAS**
Dar razones sobre hechos y fenómenos y establecer relaciones causales entre ellas, vinculándolas con el cuerpo de conocimientos vigente.	Producir razones y relaciones aceptadas o avaladas por leyes, teorías o modelos científicos.	¿Por qué el por qué?	Verbos en presente del modo indicativo y en tercera persona del singular o plural; conceptos teóricos; conectores contrastivos, temporales, espaciales, de base causal; puede contener descripciones, definiciones, datos numéricos, clasificaciones, ejemplificaciones, reformulaciones, analogías y citas.

¿Dónde hay justificaciones?

En revistas y libros de divulgación cinetíficas, ensayos, tratados y conferencias, abundan las justificaciones.
En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, las justificaciones son muy frecuentes: los docente las solicitan y los estudiantes las desarrollan en las evaluaciones.

Como las justificaciones tienen características comunes con las explicaciones, si quieren recordarlas lean las páginas 94 y 95.



¿Cómo reconocer un texto justificativo?

En general, los textos justificativos son impersonales, no contienen errores conceptuales y están escritos en un vocabulario preciso y adecuado para el campo de conocimiento en el que se encuadra y para sus destinatarios. Tiene títulos y subtítulos que orientan la lectura y permiten deducir las ideas globales del texto.
Habitualmente comienza con la exposición de una tesis que se pretende defender, después se organizan las razones y se establecen relaciones causales entre ellas para, finalmente llegar a una o varias conclusiones.

El siguiente es un texto extraído de una revista de divulgación científica que justifica por qué "Un poquito de veneno estimula y sienta bien":

> Algunos toxicólogos están considerando seriamente estos conocimientos. La causa que los impulsa es un fenómeno llamado hormesis (del griego *hormaein*, que significa estimular), término que designa la forma bifásica en que ciertos agentes químicos y físicos afectan a los seres vivos: dosis bajas provocan efectos favorables, dosis altas provocan efectos adversos.
>
> Paracelso fue uno de los primeros en comprender que la toxicidad de cualquier sustancia depende de la dosis. Así lo escribió en el siglo XVI: *Todas las sustancias son venenos; no hay ninguna que no lo sea. La dosis es lo que determina que una sustancia sea o no un veneno.* Esta frase es uno de los fundamentos de la toxicología moderna, que es la ciencia que estudia los efectos adversos de los agentes tóxicos en los seres vivos.
>
> Cada agente tóxico produce un efecto específico en los organismos. Los insecticidas fosforados alteran el funcionamiento del sistema nervioso. El cianuro interrumpe la respiración celular. La radiación produce cambios en el ADN. Cuanto mayor es la dosis, mayor es el efecto. Esta afirmación vale para sustancias de origen natural (arsénico, plomo, mercurio), sintético (plaguicidas, conservantes de alimentos) y agentes físicos (rayos X, radiactividad). Hasta las sustancias indispensables para la vida (vitaminas, azúcares, oxígeno) son tóxicas a partir de ciertas dosis.

- verbos en presente del modo indicativo y en tercera persona del plural o singular
- conceptos teóricos
- definiciones
- ejemplificaciones
- citas
- etimologías

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

8 REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Genitalidad y sexualidad humana

En los humanos, como en muchos otros seres vivos, la **reproducción sexual** no solo posibilita dejar **descendencia**, sino también transmitir variedad de **información hereditaria.** Sin embargo, a diferencia de los demás organismos, la procreación de la especie humana tiene generalmente un componente agregado: las emociones.

El **sistema nervioso** y el **sistema endocrino** interactúan con el **sistema reproductor** y regulan los procesos biológicos (la genitalidad) y emocionales (la sexualidad) que caracterizan las relaciones entre mujeres y varones.

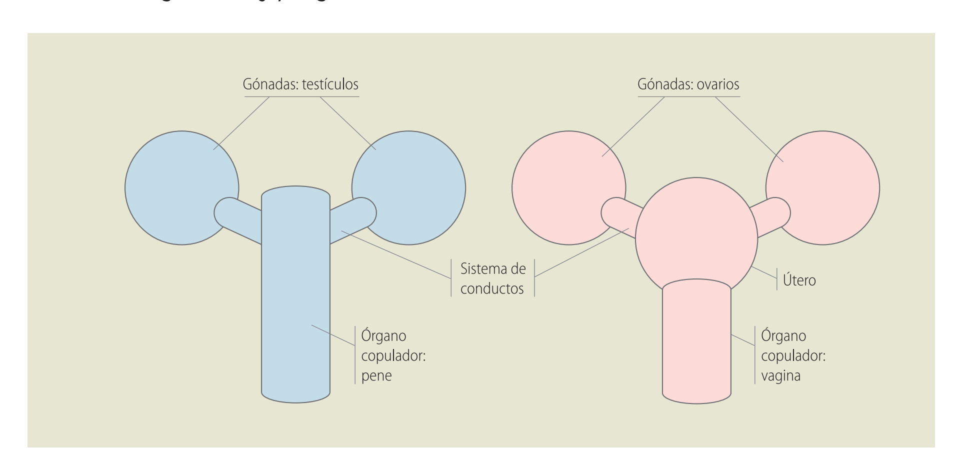


Memoria
Sistema urinario
Movimiento y postura corporal
Procesamiento de la información
Sensaciones
Inspiración
Micción y transpiración
Sistema respiratorio
Ventilación pulmonar
Desechos metabólicos
Desaminación
Propagación de la información
Sistema nervioso
Sistema osteo-artro-muscular
Ingestión
Hematosis
Sistema tegumentario
Señales
Espiración
Sistema digestivo
Respiración celular
Digestión
Oxígeno
Síntesis proteica
Sistema endocrino
Retroalimentación
Receptores
Nutrición
Dióxido de carbono
Citoplasma y organoides
ARN
Comunicación celular
Nutrientes
Organismo humano
Homeostasis
Agua
Membrana plasmática
Células
Núcleo
ADN
Sistema circulatorio
Transporte pasivo
Digestión intracelular
Absorción
Coagulación
Sangre
Intercambio de nutrientes y desechos
Citoesqueleto
Meiosis
Genitalidad
Transporte activo
Linfa
Mitosis
Sistema reproductor
Sistema inmunológico
Circulación mayor y menor
Circulación intracelular
Gametogénesis
Movimiento y sostén
Fecundación
Parto
Sistema linfático
Exportación y secreción
Inmunidad natural y artificial
Defensa específica e inespecífica
Desarrollo
Sexualidad

La **sexualidad** de una persona se construye a partir de su condición de varón o de mujer, de su edad, de las costumbres, normas y valores de la sociedad en que vive y de su capacidad de percibir y expresar emociones. Es decir, la sexualidad está conformada por la integración de los aspectos biológicos, psicológicos, sociales y culturales de cada persona. Su **genitalidad**, en cambio, está determinada por sus órganos y hormonas sexuales.

En los seres humanos los sistemas reproductores de ambos sexos poseen una estructura básica similar. Están compuestos por un par de glándulas sexuales o **gónadas**, (los **ovarios** o los **testículos**) donde se producen **gametas** o **células sexuales** (óvulos y espermatozoides).

Además del par de gónadas, ambos sistemas reproductores están conformados por estructuras específicas que intervienen en el acto sexual o **coito**, por conductos donde transitan las gametas, y por glándulas anexas.



ACTIVIDADES

Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.

Estructura y dinámica del sistema reproductor

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

Los espermistas

Uno de los primeros científicos que identificó los espermatozoides fue el holandés Anthony van Leeuwenhoek (1632- 1723), quien observó la presencia de "criaturas microscópicas" en el semen y las llamó **animálculos**. Leeuwenhoek y sus seguidores, llamados **espermistas**, sostenían que los animálculos contendrían un nuevo y minúsculo individuo encogido como un feto, un **homúnculo**.

Desde esta concepción, el óvulo solo serviría de estuche y alimento para el nuevo organismo. Otros científicos de la época aseguraban que las colas de los animálculos agitaban el líquido seminal, con el fin de espesarlo.

La observación de un homúnculo dentro de los espermatozoides no está relacionada con el aumento de la lente ni con los ojos del investigador. Esta creencia se encontraba en su mente. Por aquellas épocas, la teoría del homúnculo existía con tal fuerza en la imaginación de los animalculistas que condicionaba todas sus observaciones.

Sistema reproductor masculino

Los órganos que conforman el **sistema reproductor masculino** se encuentran en el exterior y en el interior de la pelvis.

ÓRGANOS REPRODUCTORES EXTERNOS

El **pene** es un órgano copulador eréctil que, en estado de flacidez, cuelga delante de los testículos. Está formado por el **cuerpo principal** y en su extremo libre posee un abultamiento de gran sensibilidad, el glande. Entre el cuerpo principal y el **glande** hay un reborde de piel denominado **corona**.

El pene está recubierto por una piel muy fina que en su extremo forma un repliegue, el **prepucio**. Cuando el pene se encuentra flácido, el prepucio recubre el glande. Sin embargo, esta porción de piel puede retraerse y descubrir el glande. El **frenillo** es un ligamento corto que mantiene unido el prepucio con la parte posterior del glande.

Por el interior del pene se encuentra la **uretra**; un conducto por el cual se produce la emisión del semen o **eyaculación**, y de la orina durante la **micción**. Dos esfínteres ubicados alrededor de la uretra controlan la salida alternada de cada fluido.

El **escroto** es un saco de piel dividido en dos compartimentos, uno derecho y otro izquierdo. En esos compartimientos se encuentran los testículos.

La ubicación de los testículos fuera de la cavidad abdominal confiere una ventaja para la producción normal de **espermatozoides**, ya que su origen requiere una temperatura inferior a la corporal.

El escroto tiene pequeñas fibras musculares que conforman el **músculo cremáster**. Cuando la temperatura ambiente disminuye, las fibras musculares del cremáster se contraen y el escroto acerca los testículos al cuerpo.

ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS

Los **testículos** son dos glándulas sexuales productoras de espermatozoides y de hormonas masculinas.

En el interior de los testículos hay gran cantidad de finos tubos enrollados donde se producen espermatozoides, llamados **túbulos seminíferos**. En el interior de cada túbulo seminífero se encuentran las **células de Sertoli**, que poseen numerosos pliegues donde se ubican las cabezas de los espermatozoides. Por fuera de los túbulos están las **células intersticiales**, productoras de la hormona sexual masculina **testosterona**.

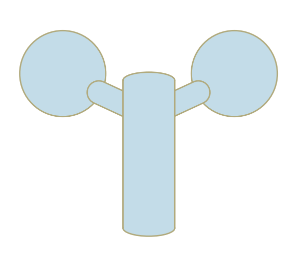
Todos los túbulos seminíferos confluyen en el **epidídimo**, conducto muy replegado donde los espermatozoides completan su maduración y adquieren movilidad por medio de la ondulación de su único flagelo. Desde allí, los espermatozoides maduros se desplazan por los **conductos deferentes** izquierdo y derecho, donde son almacenados hasta el momento de su emisión.

En la base del pene se hallan las **glándulas de Cowper**. Estas glándulas segregan hacia la uretra un fluido gelatinoso y transparente que favorece el desplazamiento de los espermatozoides y que lubrica el glande, facilitando la penetración del pene en la vagina.

La **próstata** y las **vesículas seminales** son pequeños órganos que vierten sus secreciones, el líquido seminal, en el interior de los conductos deferentes. El **líquido seminal** es el medio por el cual los espermatozoides se desplazan impulsados por su flagelo. Además, este fluido contiene los nutrientes de los que se alimentan los espermatozoides durante su tiempo de vida. Los espermatozoides y el líquido seminal conforman el **semen**.

La próstata es una glándula que produce y segrega fluidos alcalinos que facilitan el desplazamiento de los espermatozoides y neutralizan la acidez vaginal. Un medio ácido es perjudicial para esas células sexuales.

Los fluidos provenientes de las vesículas seminales están compuestos por materiales nutritivos como la fructosa. También contienen **prostaglandinas**, sustancias que estimulan las contracciones uterinas y facilitan el ascenso de los espermatozoides.



Vejiga urinaria

Próstata

Vesícula seminal

Conducto deferente

Uretra

Pene

Glande

Epidídimo

Testículo derecho

Vista sagital del interior de la pelvis masculina

Vista frontal del sistema reproductor masculino

Corte de epidídimo visto al microscopio óptico (MO)

Fotomicrografía en MEB de corte de epidídimo.

Cuerpos cavernosos

Uretra

Estructura interna del cuerpo principal del pene que está formado por dos cuerpos cavernosos que, al llenarse de sangre, posibilitan la erección. La uretra está ubicada entre estos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

EN UN HOMBRE JOVEN	LOS ESPERMATOZOIDES
cada uno de sus testículos mide 45 mm de largo, 30 mm de ancho, 25 mm de espesor;	se forman en una cantidad de 3000 por segundo;
en cada testículo tiene 250 m de túbulos seminíferos.	se desplazan a una velocidad aproximada de 3 mm por minuto;
	conforman aproximadamente el 1% del volumen del semen. En 1 cm^3 de semen puede haber entre 50 millones y 150 millones de espermatozoides.



Spallanzani y las ranas

EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII, LOS PRIMEROS DESCUBRIMIENTOS SOBRE LA REPRODUCCIÓN EN ANIMALES VERTEBRADOS COMO LOS ANFIBIOS, FUERON MUY CURIOSOS Y CONTROVERTIDOS. ADEMÁS, SENTARON LAS BASES DE LA REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL.

El investigador italiano Lázaro Spallanzani tuvo la inspiración y quizás también la suerte de usar ranas en sus investigaciones. Cuando Spallanzani comenzó sus investigaciones, no se conocía el proceso de la fecundación en esos animales. Anteriormente, el anatomista y zoólogo holandés Jan Swammerdam había afirmado que el macho volcaba el semen sobre los óvulos durante la cópula. Sin embargo, no aportó ninguna prueba experimental.

Otro científico, el francés René-Antoine Réaumur ya había realizado algunos estudios sobre este tema. En uno de ellos, pensó que los dedos del macho intervenían en la fecundación y entonces los tapó con trocitos de hule con forma de guante. Sin embargo, dado que el proceso era de tan corta duración, no logró observar ningún fenómeno. Su colaboradora, Mademoiselle du Moutier fue más afortunada, ya que en una oportunidad creyó ver la expulsión de una "humareda de pipa" del macho. Para verificar la opinión de Swammerdam, Réaumur realizó una experiencia muy particular: colocó en ranas macho pequeños calzoncillos de seda, sostenidos por tirantes para retener el supuesto semen que intervenía en la reproducción. A pesar de tal artificio, nunca pudo ver nada vinculado con el acto de la fecundación.

Corresponde a Spallanzani el mérito de haber dilucidado el mecanismo de la fecundación en esos anfibios. Él también les colocó calzoncillos y observó sobre éstos la presencia de pequeñas gotitas de un líquido claro, al que llamó el verdadero licor seminal* porque, colocándolo sobre los óvulos, provocaba su desarrollo. Este procedimiento fue el comienzo de las primeras técnicas de fecundación artificial.

Más tarde, alrededor de 1780, Spallanzani fecundó a una perra en celo a través de la introducción de espermatozoides en su vagina y obtuvo una camada de cachorros normales con las características de sus progenitores.

Réaumur colocó "guantes" en las patas anteriores de los sapos macho. De este modo, el macho solo podía abrazar a la hembra a través del hule.

Réaumur ideó unos "calzoncillos" para los sapos macho con el objetivo de poder observar el material que fecundaba a las hembras.

La fecundación de los anfibios es externa. El macho abraza a la hembra y ambos se mantienen en esa posición hasta la liberación de las gametas femeninas y masculinas.

Esto decía Spallanzani...

A fines del siglo XVIII, una de las cuestiones que quedaba por resolver era: ¿cómo fecunda al óvulo el semen del macho? Al examinar el sistema reproductor femenino, los científicos encontraron que el semen era depositado en una zona lejana al óvulo. Muchos supusieron que la fecundación del óvulo era producida por un vapor despedido del semen. A partir de estas observaciones surgió la hipótesis del "gas" o "vapor" como material fertilizador. Una explicación alternativa sostenía que el fluido seminal del macho debía tener contacto directo con el óvulo para iniciar su desarrollo. En uno de los informes de sus experimentos con ranas, Spallanzani escribió:

¿Afectan los vapores de los espermatozoides a la fecundación? Se ha discutido durante largo tiempo, y aún se discute, si las partes más visibles y gruesas del semen ayudan a la fertilización (empezando así el desarrollo) del hombre y de los animales, o si una parte muy sutil como el vapor que emana de éste, y al cual se le llama "aura espermática", es suficiente para llevar a cabo esta función. No puede negarse que los doctores y fisiólogos defienden este último punto de vista, y los persuade en este razonamiento la necesidad aparente más que la razón o los experimentos. Estas razones que se dan a favor y en contra no resuelven la situación; ya que no se ha demostrado que el vapor espermático de por sí llegue hasta los ovarios, como igualmente se ignora si alguna parte material del semen llega hasta los ovarios, y no es el vapor el responsable de la fecundación.*

Por lo tanto, para poder decidir sobre la cuestión es de gran importancia utilizar un medio eficiente para separar el vapor del cuerpo del semen y hacerlo de tal manera que los embriones queden más o menos envueltos en el vapor. Examiné estos huevos* después de cinco horas y los encontré cubiertos de rocío que humedecía los dedos al tocarlos; sin embargo, esto era únicamente una parte del semen, el cual se había evaporado y disminuido en peso un gramo y medio. Los huevos entonces habían sido bañados por un gramo y medio de vapor espermático. A pesar de todo esto, al ponerse en agua los huevos se murieron. Aunque el experimento destruye la teoría del vapor espermático, fue no obstante único y quise repetirlo.*

El último experimento de este tipo fue recoger varios gramos de vapor espermático y sumergir una docena de huevos en él durante varios minutos; puse, además, por varios minutos otra docena de huevos en contacto con el semen que quedó después de la evaporación y el cual no pesaba más de medio gramo; once de estos renacuajos se desarrollaron exitosamente, pero ninguno de los doce sumergidos en el vapor espermático sobrevivió.*

¿Debemos decir entonces que éste es el proceso universal de la naturaleza para todos los animales y para el hombre?

Los escasos resultados con que contamos no nos permiten lógicamente llegar a una conclusión tan general. Lo máximo que puede pensarse es que probablemente es así.

Baker & Allen. 1979. *Biología e investigación científica*. Ed. Fondo Educativo Interamericano.

*** Huevos:** Spallanzani llama así a los óvulos.
*** Vapores de los espermatozoides:** gases producidos por el semen.
*** Aura espermática:** vapor emanado por el semen.
*** Embriones o renacuajos:** Spallanzani denomina embriones o renacuajos a los óvulos porque apoyaba el preformacionismo ovista.
*** Licor seminal:** semen o líquido expulsado por el macho.



1 . Identifiquen el problema y las hipótesis planteadas por el investigador Lázaro Spallanzani.
2 . ¿Cuáles fueron los resultados obtenidos y la conclusión formulada por el investigador? ¿Por qué decide repetir el experimento y no generaliza sus conclusiones a la especie humana?
3 . Realicen una secuencia de esquemas para representar el último experimento descrito por Spallanzani.
4 . Identifiquen y comparen los conocimientos del siglo XVIII con los actuales sobre las gametas, el semen y la fecundación.

CON-TEXTO DE LA CIENCIA

Los ovistas

A medida que los microscopios se perfeccionaron entre los siglos XVII y XVIII, el estudio sobre la generación de nuevos individuos fue haciéndose más preciso. Algunos investigadores postulaban que un nuevo ser no se formaba, sino que preexistía como "germen" en el interior de las gametas y que solo debía crecer y desarrollarse; para volverse visible. Esta corriente científica se conoce como **preformacionismo germinal**.

Un grupo de preformacionistas sostenía que el óvulo de las hembras contiene el nuevo ser en miniatura. A los defensores de estas ideas se los llama **ovistas**. Para estos preformacionistas, el papel del semen en la reproducción quedaba reducido a la estimulación del crecimiento del pequeño individuo preformado en el óvulo.Algunos ovistas pensaban que el huevo era activado por vapores despedidos del semen. En ciertas oportunidades se lo describió como un vapor muy penetrante y nauseabundo que daba fuerza y vigor a los machos; y se creía que, al penetrar en el cuerpo femenino, provocaba los vómitos tan comunes en las mujeres embarazadas.

Sistema reproductor femenino

La mayoría de los órganos que conforman el **sistema reproductor femenino** se encuentran en el interior de la pelvis.

ÓRGANOS REPRODUCTORES EXTERNOS

El conjunto de genitales femeninos externos conforman la **vulva**. Está constituida por un hundimiento central o **vestíbulo**, rodeado por dos pares de pliegues: los **labios mayores** y los **labios menores**. Estas estructuras protegen el extremo terminal de la uretra u **orificio urinario**, y el extremo terminal de la vagina u **orificio vaginal**.

En los laterales del orificio vaginal se encuentran las **glándulas de Bartholin**. Éstas y otras glándulas, que recubren la superficie interior de la vagina, producen mucus que la lubrican. Además, en el interior del conducto vaginal hay gran cantidad de bacterias que producen sustancias ácidas y protegen la zona de la invasión de microorganismos patógenos.

En el lugar de unión de los labios mayores se encuentra una región del pubis llamada **monte de Venus**. Estas estructuras se cubren de vello cuando comienza la pubertad.

En el lugar de unión de los labios menores hay un repliegue en forma de capucha que protege parcialmente el **clítoris**, estructura compuesta por tejido eréctil, similar al tejido que conforma el pene, que interviene en la excitación de la mujer.

Las **mamas** también son dos órganos vinculados con la reproducción humana. Están conformadas por las **glándulas mamarias** y abundante tejido graso.

Las glándulas mamarias están formadas por muchas y pequeñas estructuras productoras de leche, cuyos conductos desembocan en el **pezón**. La **areola** es la región más o menos pigmentada que rodea el pezón. La contracción del **músculo areolar** eyecta la leche. En su superficie se encuentran las **glándulas de Montgomery**, que producen un líquido aceitoso que mantiene los pezones suaves y limpios, y cuyo olor atrae al bebé al pezón.

El tamaño de las mamas depende principalmente de la cantidad de tejido graso y de la etapa en que se encuentren. Por ejemplo, durante el embarazo aumenta su volumen porque se incrementa la cantidad y el tamaño de las glándulas mamarias. Sin embargo, la cantidad de leche producida no está vinculada con el tamaño de las mamas.

ÓRGANOS REPRODUCTORES INTERNOS

Entre los órganos reproductores internos, la **vagina** es el órgano copulador femenino. Por ese conducto ingresa el pene durante el **acto sexual** y, además, es el canal de salida del feto durante el parto. La vagina es un tubo de paredes elásticas cuyo extremo inferior termina en el orificio vaginal. El interior de la vagina no se mantiene como un cilindro ahuecado, la luz de este tubo es virtual y sus paredes están en contacto. El orificio vaginal puede encontrarse parcialmente cerrado por un fino repliegue de este tubo, el **himen**. La abertura y elasticidad del himen varía en cada mujer.

El **útero** es un órgano hueco formado por gruesas paredes musculares. Su tamaño es ligeramente menor al de un puño y su forma es similar a la de una pera invertida. Sin embargo, durante el embarazo el útero puede llegar a aumentar unas 40 veces su volumen.

La superficie interna del útero está recubierta por un tejido denominado **endometrio**, rico en vasos sanguíneos y glándulas. Las paredes musculares del útero producen continuas contracciones que ayudan a los espermatozoides en su recorrido hacia el oviducto. Además, las contracciones uterinas pueden intensificarse cuando se expulsa parte del endometrio en el período menstrual y al feto durante el parto.

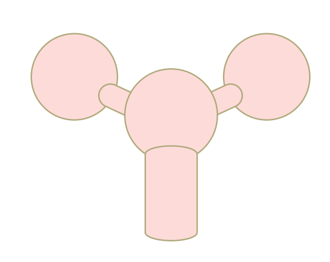
El extremo inferior del útero está conformado por un anillo muscular llamado **cérvix** o **cuello del útero**.

Los **ovarios** son dos órganos del tamaño de una almendra situados en los laterales de la cavidad pélvica.

En ellos se encuentran los **folículos**, cuyas células secretan **hormonas sexuales femeninas**. Cada uno de los folículos contiene un **ovocito** (óvulo en desarrollo) recubierto por dos envolturas. La externa es una "corona" de pequeñas células y la interna, la **zona pelúcida**, interviene en el reconocimiento de los espermatozoides de la misma especie. Si hay fecundación, el material que contiene el óvulo aporta los nutrientes al embrión durante los primeros días hasta su implantación en el útero.

Los **oviductos** o **trompas de Falopio** son dos tubos que relacionan cada ovario con el útero. La abertura de cada oviducto es similar a un embudo con proyecciones en forma de pequeños dedos y está separada del ovario por un estrecho espacio.

La superficie interna de las trompas de Falopio presenta mucus y cilios. El movimiento de los cilios y las contracciones de los músculos de sus paredes favorecen el desplazamiento del ovocito o el embrión hacia el útero.



Trompa de Falopio derecha

ovario derecho

útero

cuello del útero

vagina

Clítoris

Labio mayor derecho

Vista sagital del interior de la pelvis femenina

Vista frontal de los órganos reproductores internos femeninos

Fotomicrografía en MEB del endometrio

Fotomicrografía de un folículo ovárico

Corte sagital de mama

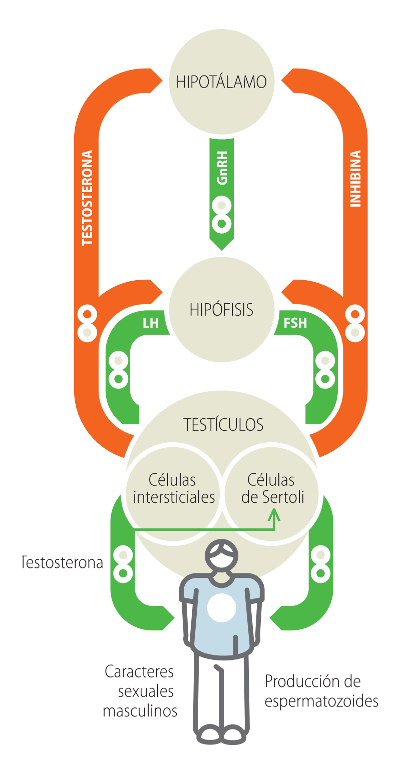
CON-CIENCIA EN LOS DATOS

EN UNA MUJER JOVEN

- cada uno de sus ovarios mide 25 mm de largo, 15 mm de ancho, 10 mm de espesor;
- su útero mide 7-8 cm de alto, 3 cm de espesor;
- su vagina mide 7-8 cm de alto, 3-5 cm de ancho;
- cada una de sus trompas de Falopio mide 10-12 cm de largo, 4 mm de diámetro; y
- cada uno de los ovocitos que produce mide 120 µm.

ACTIVIDADES

Observen las imágenes de esta página y de la página 183 e identifiquen las gónadas, el sistema de conductos y el órgano copulador en cada sexo.



Las características sexuales masculinas secundarias y la producción de espermatozoides están reguladas por procesos homeostáticos en los que intervienen hormonas procedentes del hipotálamo, de la hipófisis y de los testículos.

Homeostasis hormonal masculina

Las **hormonas sexuales masculinas**, o **andrógenos**, regulan la producción de espermatozoides y determinan las características corporales propias del varón. La **testosterona** es un andrógeno que se produce en los testículos.

Entre los 10 y los 14 años de edad se produce un incremento en la producción de esta hormona que determina el comienzo del desarrollo de espermatozoides. Esta etapa de la vida se conoce como **pubertad** y marca el inicio de la madurez sexual del individuo. A esa edad también comienzan a producirse erecciones y eyaculaciones nocturnas en forma espontánea, llamadas **poluciones**.

El incremento en la producción de testosterona también provoca diversos efectos en el cuerpo de los varones. Por ejemplo, el crecimiento de la laringe (o nuez de Adán) y de las cuerdas vocales, que causan el agravamiento de la voz. La testosterona también ocasiona mayor desarrollo de los músculos y del esqueleto; y la distribución característica del vello corporal. Todos esos cambios corporales masculinos se denominan **características sexuales masculinas secundarias**.

La producción de espermatozoides continúa durante toda la vida a partir de la madurez sexual. Sin embargo, a partir de los 50 años, la producción de testosterona disminuye gradualmente. Durante esa etapa, llamada **andropausia**, la fertilidad masculina decrece en forma progresiva, aunque no desaparece totalmente.

La producción de espermatozoides y de testosterona está regulada por **procesos homeostáticos** en los que intervienen hormonas procedentes del hipotálamo, de la hipófisis y de los testículos.

El **hipotálamo** produce **hormona liberadora de gonadotrofina** (**GnRH**), que por vía sanguínea estimula la parte anterior de la **hipófisis**. Con esta señal, la hipófisis reacciona produciendo **hormona folículo estimulante** (**FSH**) y **hormona luteinizante** (**LH**). Ambas hormonas circulan por la sangre y actúan en los testículos.

La LH actúa sobre las **células intersticiales** y estimula la producción de testosterona. La FSH y la testosterona actúan sobre las **células de Sertoli**, que intervienen en la producción de los espermatozoides y de la **hormona inhibina**.

El equilibrio en la cantidad de espermatozoides producidos por el organismo está regulado principalmente por dos procesos de **retroalimentación negativa**.

Uno de ellos ocurre cuando la concentración de testosterona en la sangre es elevada, inhibiéndose la producción de hormonas del hipotálamo y la hipófisis (GnRH y LH).

El otro se produce por el incremento de la concentración de hormona inhibina en la sangre, reduciéndose la secreción de GnRH y FSH.

En síntesis, la interacción entre la FSH, la testosterona y la LH mantiene en equilibrio la producción de testosterona y espermatozoides en el organismo de los varones.

Este sube y baja representa el proceso de retroalimentación negativa que regula la cantidad de espermatozoides en el varón. Para comprender el modelo, primero observen la situación de la Tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la Tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

- Inhibición de la producción de espermatozoides
- Disminuye la secreción de testosterona
- Disminuye la secreción de FSH y LH
- Aumento de la cantidad de espermatozoides

Tabla 2

Homeostasis

Homeostasis

Tabla1

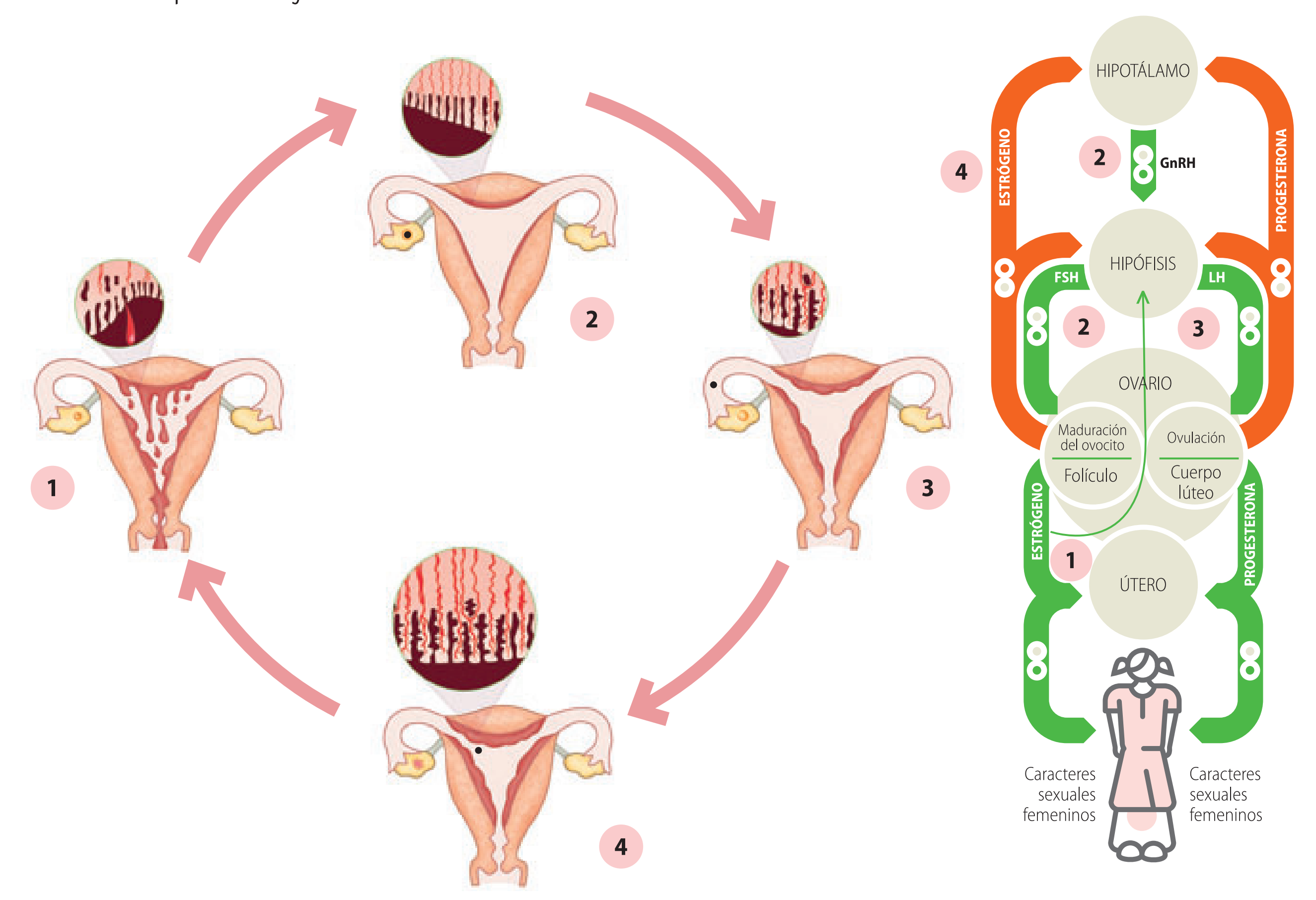
- Disminución de la cantidad de espermatozoides
- Aumenta la secreción de FSH y LH
- Aumenta la secreción de testosterona
- Estimulación de la producción de espermatozoides

Homeostasis hormonal femenina

Durante su pubertad, en la mujer se incrementa la producción de las hormonas sexuales denominadas **estrógenos** y **progesterona.** El aumento de la concentración de estas hormonas en la sangre, desarrolla las **características sexuales secundarias femeninas:** el desarrollo de las mamas y las caderas, el aumento del vello corporal, etcétera.

CICLO MENSTRUAL

La interacción entre las hormonas del **hipotálamo**, la **hipófisis** y los **ovarios** produce una serie de cambios cíclicos en el sistema reproductor femenino que constituyen el **ciclo menstrual**.



1 El día 1 del ciclo menstrual se determina por la aparición del flujo característico o **menstruación.** El período menstrual dura aproximadamente 5 días y se origina por la ruptura de algunos vasos sanguíneos y la pérdida de gran parte del endometrio a través de la vagina.

2 Aproximadamente a partir del quinto día del ciclo menstrual, el **hipotálamo** secreta **GnRH**. Esta hormona estimula a la hipófisis que, en esa situación, produce y libera FSH y LH. La **FSH** inicia la maduración del folículo en un ovario. A medida que el folículo madura, éste secreta **estrógenos** y **progesterona**. Los **estrógenos**, a su vez, estimulan el crecimiento del **endometrio**. El endometrio es la capa intrauterina donde, en caso de producirse la fecundación del ovocito, se implantará el futuro embrión.

3 Aproximadamente a partir del día 12 del ciclo, los estrógenos alcanzan su máxima concentración en la sangre y estimulan a la **hipófisis**, glándula que en estas condiciones secreta **LH** (proceso de **retroalimentación positiva**).
La **LH** estimula la maduración final de un **folículo** (en algunas ocasiones dos o más) y provoca la **ovulación**, alrededor del día 14. Liberado el **ovocito**, éste recorre las trompas de Falopio hacia el útero y, si en dos o tres días no es fecundado, es reabsorbido o eliminado con el flujo vaginal.

4 Luego de la ovulación, las células que conformaban el folículo (estimuladas por la **LH**) se transforman en el **cuerpo amarillo** o **cuerpo lúteo** y segregan gran cantidad de **progesterona** y una menor proporción de **estrógenos**. Ambas hormonas causan dos efectos. Por un lado, continúan el desarrollo y mantenimiento del endometrio. Por el otro, inhiben la secreción de **FSH** y **LH**; este proceso de **retroalimentación negativa** impide la maduración de nuevos folículos y, además, una nueva ovulación en el mismo ciclo.

CON-SUMO CUIDADO

Sustancias que alteran el equilibrio hormonal

Tanto en el hombre como en la mujer, la ingesta de ciertas sustancias puede alterar la producción de hormonas sexuales.

A partir de 1930, comenzó el consumo de esteroides anabólicos para desarrollar la musculatura corporal. Estos anabólicos sintéticos tienen una composición química similar a la de la testosterona. Al actuar como la testosterona, los anabólicos inhiben la producción de la hormona sexual (retroalimentación negativa). Por eso, un consumo prolongado de estas sustancias disminuye la concentración de testosterona y provoca la reducción de los testículos, el aumento de las mamas, daños en el hígado, riñones y corazón, entre otros efectos. Además, en los adolescentes, pueden ocasionar calvicie precoz y menor estatura.

ACTIVIDADES

Elaboren un gráfico para representar la variación aproximada de la concentración de hormonas a lo largo del ciclo menstrual.

Si no se produce la fecundación del ovocito ni, como consecuencia, su implantación en el endometrio, alrededor de una o dos semanas después de la ovulación, el cuerpo lúteo se reabsorbe y cesa la producción de estrógenos y progesterona. La disminución de la concentración de estas hormonas en la sangre, provoca el desprendimiento de gran parte del endometrio, es decir, la **menstruación**. Además, los bajos niveles de estrógenos y progesterona vuelven a activar la secreción de FSH y LH y comienza un nuevo ciclo menstrual.

En caso producirse la fecundación, una vez que el futuro embrión se implanta en el útero, produce una hormona llamada **gonadotrofina coriónica**. Esta hormona mantiene el cuerpo lúteo y éste continúa con la producción de estrógenos y progesterona. Alrededor del tercer mes de embarazo, la **placenta** reemplaza al cuerpo lúteo en esta función y se estimula el crecimiento del útero y de las **glándulas mamarias**. La consecuencia de esta serie de procesos es la inhibición de la secreción de LH y, por lo tanto, la imposibilidad de una nueva ovulación y de la menstruación.

La primera menstruación, o **menarca**, manifiesta la madurez sexual de la mujer.

El periodo fértil de la mujer se extiende aproximadamente hasta los 50 años, momento en que comienza la etapa denominada **menopausia**. Esa etapa se caracteriza por una disminución en la producción de hormonas sexuales y, en consecuencia, por la imposibilidad de madurar y liberar ovocitos; es decir, desaparece la capacidad de procreación en la mujer.

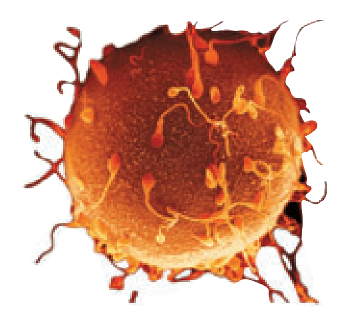
Fecundación y desarrollo embrionario

GESTACIÓN SIMPLE

En el hombre, la producción de **espermatozoides** es continua desde la pubertad. En cambio, en la mujer se produce y libera un número limitado de **ovocitos**. En el momento del nacimiento de una mujer, los ovarios contienen alrededor de 4 millones de óvulos inmaduros. De esa cantidad, al llegar a la pubertad se conservan aproximadamente 400 000 ovocitos; pero completarán su desarrollo y serán liberados durante el período fértil de la mujer solo cerca de 400 ovocitos.

De los millones de espermatozoides depositados en el fondo de la vagina durante el acto sexual, solo unos cientos alcanzan al ovocito en el oviducto.

En su cabeza, los espermatozoides tienen una estructura que contiene enzimas denominada **acrosoma**. Esas enzimas pueden degradar la región de contacto con las envolturas del ovocito y permitir el ingreso de un espermatozoide. La **fecundación** o **fertilización** propiamente dicha ocurre cuando los núcleos de ambas células se fusionan y forman un solo núcleo. El resultado de esta fusión es la **célula huevo** o **cigota**, que constituye la primera célula del nuevo ser.





Cuando un espermatozoide llega a la membrana del ovocito, se fusiona con ésta y la cabeza del espermatozoide se introduce en su interior. Inmediatamente, las envolturas protectoras y la membrana celular del ovocito cambian su estructura y esto impide el ingreso de otros espermatozoides. La segunda división celular del ovocito se completa después de la entrada del espermatozoide en una célula sexual femenina.

Mientras la cigota se desplaza por la trompa de Falopio, comienza a reproducirse. Alrededor de 7 días después de la fecundación, el embrión alcanza un número cercano a las 120 células y se denomina **blastocisto**.

El blastocisto está formado por una masa de células internas que conformará el embrión, y una capa de células externas que se introducirá en el endometrio. La fijación del blastocisto en el endometrio se llama **implantación**. La capa externa de células origina el **corion**, membrana embrionaria que formará parte de la placenta. El corion estimula la producción de estrógenos y progesterona por el cuerpo lúteo, para mantener el endometrio. La masa interna de células origina el embrión y las otras tres membranas extraembrionarias: el **amnios**, el **alantoides** y el **saco vitelino**.

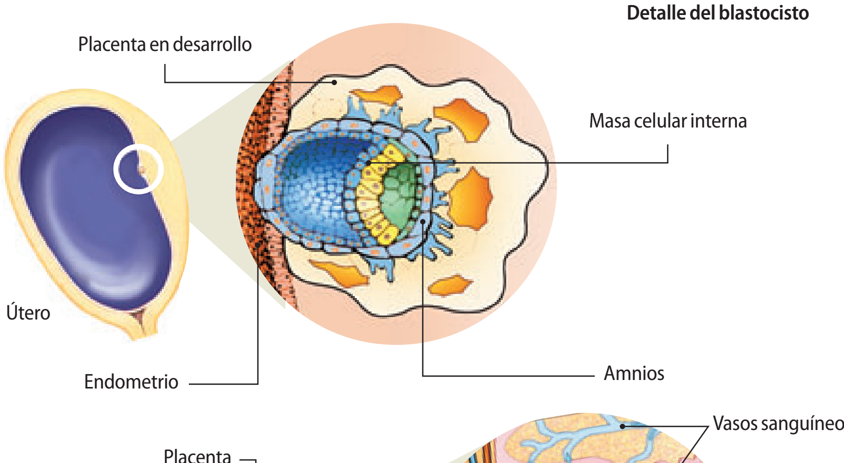
En el endometrio, los vasos sanguíneos se rompen y se forman depósitos de sangre. El corion penetra en el endometrio y forma proyecciones en forma de dedos, las **vellosidades coriónicas**, que quedan sumergidas en esos depósitos de sangre. El **cordón umbilical** es un conducto que relaciona el feto con la placenta. La sangre materna le aporta oxígeno y otros nutrientes. El dióxido de carbono y otros desechos del embrión pasan a la sangre materna, que los elimina junto con sus propios desechos.

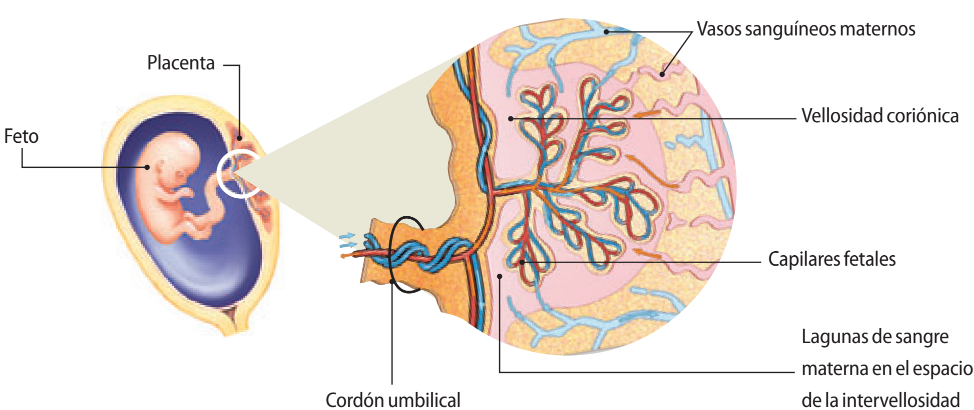
Los vasos sanguíneos del cordón umbilical se ramifican en el interior de las vellosidades. La sangre de ambos queda separada por algunas membranas. A partir de ese momento comienza la formación de la **placenta**. Esta estructura permite la nutrición del embrión mediante el intercambio de materiales con su madre. La placenta está formada por tejido embrionario y materno. Constituye la fuente de nutrición, respiración y de eliminación de desechos del embrión. Alrededor del segundo mes, produce hormonas que estimulan el crecimiento del útero y las glándulas mamarias.

Embarazos fuera de la cavidad uterina

En ciertas ocasiones, el blastocisto puede implantarse en las trompas de Falopio o pasar a través del espacio entre el oviducto y el ovario, ingresando en la cavidad abdominal. La gestación que se produce fuera de la cavidad del útero se denomina **embarazo ectópico**, constituye una de las causas de muerte materna y debe extraerse quirúrgicamente. Actualmente, se realizan numerosas investigaciones para permitir la reimplantación del embrión en el lugar adecuado.







ACTIVIDADES

Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.

El período desde la concepción hasta el nacimiento del bebé constituye la **gestación**, también llamado comúnmente **embarazo**. Esta etapa dura aproximadamente nueve meses y en ella se produce gran cantidad de cambios en el feto y en la madre.

Durante los dos primeros meses, las células se reproducen rápidamente, aumentan en cantidad y producen el **crecimiento** del embrión. A su vez, se especializan y diferencian en los distintos tipos celulares que darán origen a los tejidos y órganos del cuerpo. Ese conjunto de cambios constituye el **desarrollo**.

Este período es crítico para el embrión, ya que cualquier factor externo puede interferir en su crecimiento y desarrollo normal.

Al finalizar el segundo mes, el embrión presenta el esbozo de todos los órganos del cuerpo y se denomina **feto**.



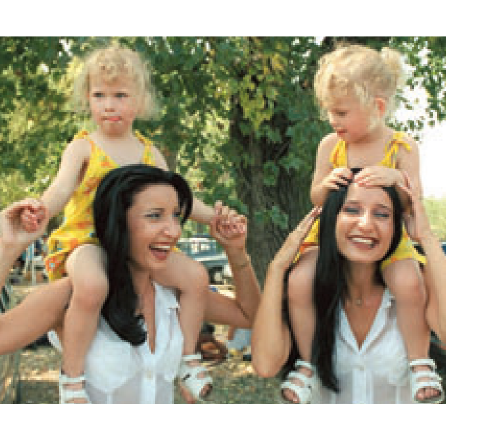
Durante los primeros tres meses de gestación se forman el corazón, el hígado, el sistema nervioso central y los ojos. El corazón comienza a latir y se esbozan las extremidades superiores e inferiores. También se forman los párpados y los órganos reproductores. Al finalizar el primer trimestre de gestación, ya están constituidos los principales sistemas de órganos.



Durante el segundo trimestre comienzan a funcionar algunos órganos. El feto abre y cierra los ojos, se chupa el dedo, tiene pestañas, cejas y uñas. Un vello suave o lanugo cubre su cuerpo y una sustancia blanca y oleosa lo protege de los roces constantes. Se perciben sus movimientos. Comienza la osificación del esqueleto y el desarrollo de los músculos.



Desde los siete meses el feto tiene muchas posibilidades de sobrevivir fuera del útero, en una incubadora. En el último mes, adquiere los anticuerpos maternos que lo protegerán durante los primeros meses. Su posición se invierte, y su cabeza se ubica sobre el cuello uterino.

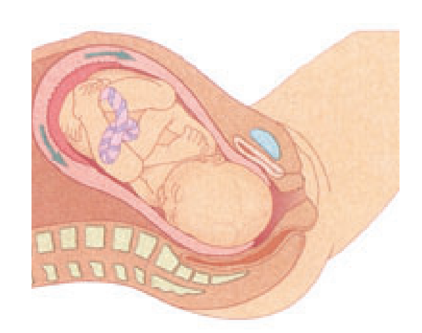


GESTACIÓN MÚLTIPLE En ciertas ocasiones, la mujer puede liberar más de un ovocito durante un ciclo menstrual. Cuando se liberan dos ovocitos y cada uno es fecundado por un espermatozoide, se forman dos cigotas que darán origen a **gemelos no idénticos** o **mellizos**.

Los **gemelos idénticos** se originan a partir de una sola cigota, producto de la unión de un óvulo y un espermatozoide. Esta célula comienza a reproducirse y, en cierto momento, las células hijas se separan y dan lugar a dos embriones diferentes entre sí. Aún no está determinada la causa de la separación de las células hijas, ni en qué etapa sucede. Sin embargo, se sabe que cuanto más tardía es la separación, pueden producirse más complicaciones.

Durante la separación natural de los gemelos idénticos, puede ocurrir que el proceso ocurra de manera tardía e incompleta. En esta situación, los fetos permanecen unidos por alguna parte de su cuerpo y se denominan **siameses**. Estos tipos de gemelos tienen una alta taza de mortalidad. Sin embargo, en los últimos años, el avance de la medicina ha permitido el éxito de muchas separaciones quirúrgicas de estos hermanos.

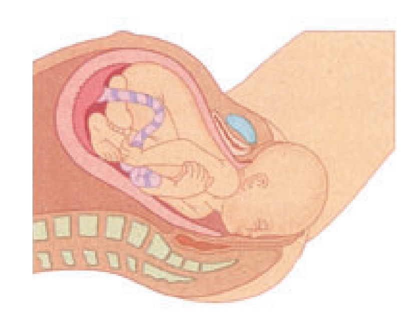
Parto y nacimiento



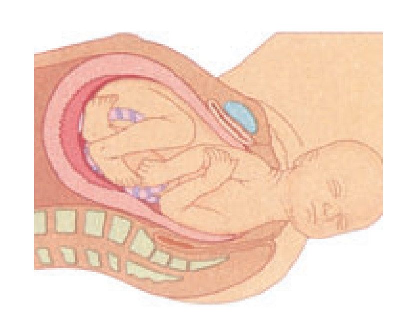
Se denomina **parto** a la salida del feto y la placenta al exterior. Este proceso se inicia por la acción de hormonas fetales y maternas, y puede durar varias horas.

En el proceso del parto pueden identificarse tres etapas: la dilatación, la expulsión del feto y el alumbramiento.

DILATACIÓN El tejido muscular del útero posee la capacidad de contraerse espontáneamente. Estas contracciones aumentan por el estiramiento que ocasiona el feto a medida que crece. El cuello uterino también aumenta su diámetro alrededor de 10 cm y la cabeza del feto lo empuja, incrementado su **dilatación**. Al mismo tiempo, los receptores de la dilatación presentes en el cuello envían señales que estimulan al hipotálamo donde se libera **oxitocina**. Esta hormona provoca contracciones uterinas de mayor intensidad. En esta etapa se elimina el tapón mucoso y el **líquido amniótico**, cuando se rompe la “bolsa” (**amnios**) que envuelve al feto.

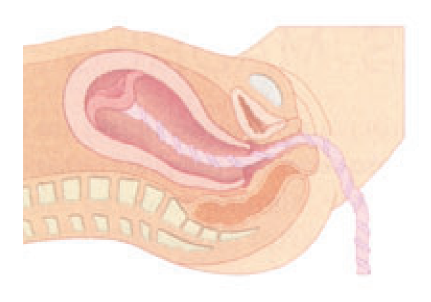


PARTO En esta etapa el cuello del útero se dilata completamente y la cabeza del feto se inserta en él. Las contracciones uterinas junto con las contracciones de los músculos abdominales de la madre provocan el **parto** o salida del feto. Por lo general, primero sale la cabeza y luego el resto del cuerpo. Luego, se realizan dos ligaduras en el cordón umbilical y se corta en medio de ambas. El bebé comienza a respirar por sus propios medios e inicia una vida independiente.



ALUMBRAMIENTO Después del nacimiento del bebé, se reanudan las contracciones uterinas que provocan la expulsión de la placenta o **alumbramiento**, el resto del cordón umbilical adherido a ella y otros tejidos.

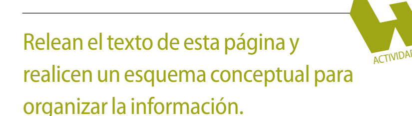
Luego de su eliminación, contracciones uterinas de menor intensidad facilitan el cierre de los vasos sanguíneos que abastecían la placenta y la gradual disminución del tamaño del útero.



CUIDADOS DEL BEBÉ El recién nacido debe recibir cuidados médicos en forma inmediata. La limpieza de sus ojos y la zona del cordón; el control de su peso, sus signos vitales y sus reflejos son muy importantes.

Durante los primeros días después del parto, las glándulas mamarias de la madre producen un líquido amarillento, llamado **calostro**, que aporta gran cantidad de nutrientes y anticuerpos al bebé. En pocos días, el calostro es remplazado por la **leche materna**, que constituye el alimento adecuado y completo para el recién nacido. La leche es fácil de digerir, posee nutrientes y anticuerpos que permiten el crecimiento normal del bebé. Además, está disponible en todo momento y a una temperatura justa y libre de contaminación.

Para complementar los cuidados, es fundamental el cumplimiento del calendario de vacunación, ya que los anticuerpos aportados por la madre desaparecen en el primer año de vida.



Relean el texto de esta página y realicen un esquema conceptual para organizar la información.



En el Museo de Ciencias de Londres se expone al público un modelo que representa la acción del tabaco sobre el feto.

Muchas compañías tabacaleras internacionales incluyen imágenes en los paquetes de cigarrillos sobre los problemas que ocasiona el tabaco en la salud del fumador y en el desarrollo fetal.
En la Argentina, la ley 23 344 se refiere a la publicidad relacionada con el tabaco e impone la inclusión en los envases y todo tipo de propaganda de la leyenda "Fumar es perjudicial para la salud".

Cuidados maternos durante el embarazo

El embrión y el feto se encuentran protegidos dentro del útero materno. Este órgano les provee las condiciones y los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo normal.

La placenta es la principal fuente de intercambio de materiales entre el feto y la madre. A través de ese órgano se produce el intercambio constante de nutrientes, pero también microorganismos, virus, medicamentos, drogas y alcohol pueden atravesar la placenta y provocar daños y malformaciones en el feto. Por eso, las acciones adoptadas por la madre durante el embarazo son decisivas para la vida de su bebé.

Si bien las indicaciones más adecuadas para el embarazo deben ser prescriptas por el médico, la futura mamá debe tener en cuenta **acciones preventivas** para conservar su propia salud y la de su hijo.

La alimentación de una mujer embarazada debe constar de una dieta rica en nutrientes, abundante agua y debe ser adecuada en relación con las cantidades de alimentos ingeridos. El descanso y los ejercicios son acciones recomendables. También evitar las adicciones y la exposición a contaminantes atmosféricos.

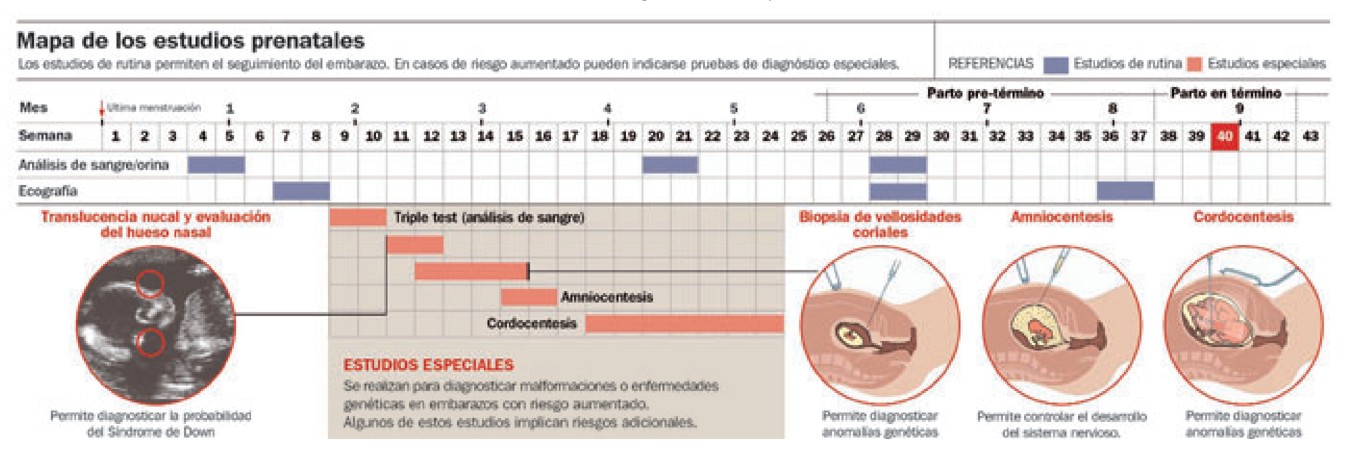
Estudios en el embarazo

Según la **Organización Mundial para la Salud** (**OMS**), la mujer debe realizar entre 7 y 9 consultas médicas durante su embarazo. En nuestros hospitales estatales, la mayoría de los estudios que deben realizarse las mujeres embarazadas, son gratuitos.

Los **estudios de diagnóstico prenatal** se clasifican en pruebas de detección de riesgo y pruebas de diagnóstico.

Las **pruebas de detección de riesgo** estiman las probabilidades de que el feto tenga o desarrolle alguna enfermedad. Estas pruebas no diagnostican, sino solo marcan niveles de riesgo. Se usan como un primer paso para decidir si es necesario continuar con estudios más específicos. A través de una ecografía puede determinarse la **translucencia nucal** o medición del grosor de la nuca y la presencia o ausencia del hueso nasal. Estos son indicadores de anomalías cromosómicas.

Las **pruebas de diagnóstico** permiten, por ejemplo, identificar anormalidades cromosómicas, como el síndrome de Down, y algunas enfermedades genéticas, como ciertas cardiopatías. La **amniocentesis** consiste en la extracción de una muestra de líquido amniótico a través de una punción transabdominal. Para efectuar una **biopsia de vellosidades coriales** se extrae una muestra de placenta en desarrollo. En la **cordocentesis** se extrae un volumen de la sangre del feto que se encuentra en el cordón umbilical.



CONDUCTAS: ENCUESTA EN CAPITAL, GRAN BUENOS AIRES Y ROSARIO A 505 ADOLESCENTES DE 12 A 19 AÑOS

Cuidados en el sexo: los jóvenes saben muy poco y no lo aplican

Uno de cada tres cree que la mujer no puede quedar embarazada la primera vez. Y el 58% sabe que puede prevenir el sida con preservativo, pero no cuáles son sus posibles vías de contagio y los síntomas.

Ismael Bermúdez.
ibermudez@clarin.com

La gran mayoría de los jóvenes se cuidó en su debut sexual, pero muchos creen que las mujeres **no pueden quedar embarazadas la primera vez**. Casi todos conocen los métodos anticonceptivos, pero **no saben cómo emplearlos correctamente**. En el mejor de los casos, se enteraron de la existencia del sida, y en el peor, **no conocen ninguna ETS**.

Los datos salen de una encuesta a **505 adolescentes** escolarizados de **entre 12 y 19 años**, conducida por la socióloga Marcela Aszkenazi y un equipo de especialistas y estudiantes de sociología y medicina.

El objetivo fue indagar qué saben, qué creen y cómo practican los adolescentes su sexualidad.

En las respuestas aparecen algunas contradicciones entre lo que saben y lo que practican concretamente. **El 86% se cuidó en su primera relación sexual** —que en promedio se produjo **a los 15 años**— pero alrededor del 30% supone que no es posible concebir durante la primera vez, y que hay que tener varias relaciones sexuales para que la mujer quede embarazada.

Respecto de los métodos anticonceptivos, **el 98% asegura conocer los más tradicionales**, principalmente el preservativo. Pero su uso es algo "arbitrario" y, si lo emplean, no lo hacen bien y tienen falsas creencias como que "**no es necesario colocarlo desde el inicio hasta el final de la relación sexual**".

Si bien más del 70% de los jóvenes cree que debería usar protección aun si la pareja es conocida, aclara que si se conocen desde hace tiempo y la mujer toma píldoras anticonceptivas, prefieren prescindir del preservativo.

De estos resultados se infirió que **temen más la posibilidad de un embarazo no deseado que el contagio de** ETS.

El 58% puede nombrar el sida y sabe que puede prevenirlo usando preservativo, pero no conoce sus posibles vías de contagio ni sus síntomas. Y más alarmante aún: **el 20% no sabe nada acerca de las ETS**. Pocos pueden identificar otras enfermedades como la gonorrea o la sífilis y reconocer formas de contagio y síntomas.

Otro capítulo poco explorado es el de la anticoncepción de emergencia (métodos para evitar el embarazo después de haber tenido relaciones sexuales sin la protección adecuada). Sólo el 27% sabe que existe este recurso, y **menos del 3% manifestó haberlo empleado**.

El 67% aseguró haber obtenido conocimientos parciales de salud sexual y reproductiva **en charlas y materias escolares**. Las otras fuentes de información **son los padres (43%), los amigos** (35%) **y la televisión** (34%).

El nivel de conocimiento **acerca del aparato reproductor es sorprendentemente bajo** en todos los entrevistados. El 51% de los jóvenes apenas menciona el pene o la vagina, pero no puede nombrar otros órganos reproductores ni sus funciones.

La mayoría de las mujeres y hombres (62% de los consultados) **no había consultado últimamente a un ginecólogo o médico clínico**. Y el 66% desconoce que existe una Ley de Salud Sexual y Reproductiva.

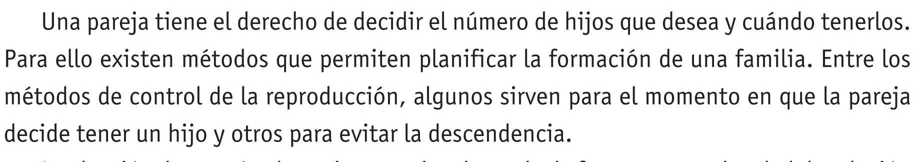
¿Quién lleva los preservativos?

La mayoría de los adolescentes piensa que tanto los varones como las mujeres **deben llevar siempre preservativos**, acentuando la creencia en una responsabilidad compartida frente a la decisión de usar métodos anticonceptivos. "Esto demuestra que **se están modificando ciertas representaciones tradicionales de género** que sostienen que sólo el varón debe llevar los profilácticos", indica la socióloga Marcela Aszkenazi, en una entrevista que le hizo el diario *Clarín* en junio de 2005.

El estudio concluyó a partir de estas respuestas que es favorable la promoción de "conductas de **responsabilidad recíproca** en la prevención de enfermedades de transmisión sexual".

"Creo que en algún punto están cambiando las concepciones acerca de la sexualidad. Todavía falta mucho por andar pero hay mayor apertura en temas de salud sexual", destaca Aszkenazi.

Control de la reproducción humana



Una pareja tiene el derecho de decidir el número de hijos que desea y cuándo tenerlos. Para ello existen métodos que permiten planificar la formación de una familia. Entre los métodos de control de la reproducción, algunos sirven para el momento en que la pareja decide tener un hijo y otros para evitar la descendencia.

La elección de un método anticonceptivo depende de factores como la edad, la relación de pareja, los principios éticos y religiosos, la indicación médica, la eficacia y los efectos secundarios de cada método y el acceso a ellos.

Los **métodos anticonceptivos** pueden impedir un embarazo no deseado en forma permanente o temporal.

Los **métodos anticonceptivos temporales** previenen el embarazo durante períodos limitados y no implican la pérdida de la fertilidad. La anticoncepción temporal puede realizarse a través de la abstinencia de relaciones sexuales en determinados períodos o con dispositivos artificiales.





Métodos barrera o que impiden la fecundación: preservativo masculino, preservativo femenino, diafragma, esponjas, cremas y espumas espermicidas. Si se colocan correctamente, solo los preservativos protegen del sida y de otras enfermedades de transmisión sexual.

Los **métodos naturales** se basan en la determinación de los días fértiles de la mujer, con el objetivo de interrumpir en forma voluntaria las relaciones sexuales en ese período. En el **método del control del ritmo**, se calculan los días fértiles de la mujer, teniendo en cuenta que, hipotéticamente, el día 14 del ciclo se produce la ovulación. Debido al tiempo de vida de las células sexuales y a eventuales variaciones en la fecha de la ovulación, se extiende el período entre el día 12 y el 16 del ciclo menstrual.

El **método del control de la temperatura** consiste en la medición de la temperatura corporal. El día de la ovulación esta temperatura aumenta en aproximadamente 0,5 °C a 1 °C. Quienes adoptan el **método del control del flujo vaginal**, detectan los días cercanos a la ovulación porque aumenta el volumen y la viscosidad del flujo vaginal.

El **coito interrumpido** consiste en retirar el pene de la vagina antes de la eyaculación.

La **ducha vaginal** se basa en el lavado de la vagina luego de la relación sexual.

Todos los métodos descritos anteriormente tienen un bajo índice de eficacia porque los ciclos menstruales suelen ser irregulares, especialmente en las adolescentes. Además, ninguno de ellos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual.

Los **métodos anticonceptivos artificiales** pueden actuar de tres formas independientes o combinadas: impiden la fecundación, la ovulación o la implantación del futuro embrión.

Los **métodos de barrera** o que impiden la fecundación, constituyen un obstáculo para el encuentro de los ovocitos con los espermatozoides.



Métodos anticonceptivos que impiden la fecundación y/o la implantación del embrión: DIU, SIU y pastillas del día después. Ninguno de estos métodos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual.
Los métodos anticonceptivos artificiales que impiden la fecundación y/o la implantación del embrión en el útero son muy polémicos desde el punto de vista científico y también social.

El **preservativo masculino** o **condón** es una funda de látex descartable que debe colocarse sobre el pene erecto, durante todo el acto sexual. Posee una pequeña dilatación en un extremo para retener el semen. El **preservativo femenino**, también desechable, es una cubierta que se coloca en el interior de la vagina y que impide la entrada del semen. Su utilización es menos frecuente y más costosa que la del preservativo masculino.

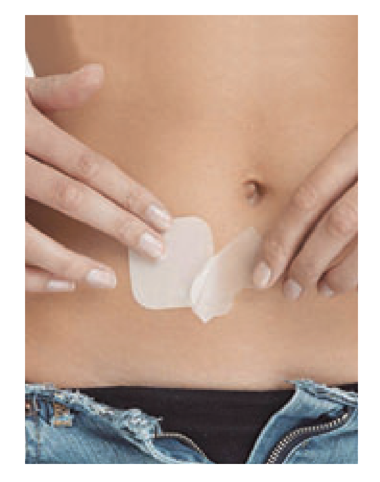
Si se usan correctamente, ambos preservativos son los únicos dispositivos anticonceptivos que previenen el contagio de enfermedades de transmisión sexual.

El **diafragma** es un capuchón flexible que se coloca en el interior de la vagina y cubre el cuello del útero. Bloquea el paso del semen hacia el útero y es reutilizable. El tamaño, el tipo y la correcta utilización del diafragma requieren de orientación médica.

Las **esponjas** tienen forma de disco y se colocan en forma similar al diafragma. Bloquean y absorben el semen antes de su ingreso en el cuello uterino. Se retiran mediante un hilo que presentan y son desechables.

El efecto anticonceptivo del diafragma y de las esponjas suele incrementarse con **sustancias espermicidas** (cremas, espumas, jaleas, pastillas vaginales). Sin embargo ninguno de estos métodos protege de las enfermedades de transmisión sexual.

Entre los **métodos anticonceptivos hormonales**, o que impiden la ovulación, se encuentran las **pastillas anticonceptivas**. Están compuestas por hormonas sexuales femeninas (estrógenos y progesterona) que inhiben la producción de LH y por lo tanto, la ovulación. Son recetadas por el médico y hay diversos tipos según su composición hormonal. La mayoría se administran durante 21 días consecutivos del ciclo menstrual y preferentemente a la misma hora. En la semana que no se ingieren se produce la menstruación.



Métodos hormonales o que impiden la ovulación: inyecciones y pastillas anticonceptivas, parches, implantes y anillos vaginales. Ninguno de estos métodos protege del sida ni de otras enfermedades de transmisión sexual.

Las hormonas también pueden administrarse por otras vías: inyectables, parches adhesivos, cápsulas o varillas implantadas debajo de la piel y anillos colocados en la vagina.

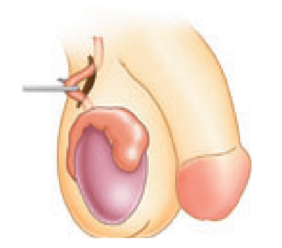
Actualmente se realizan investigaciones para desarrollar píldoras anticonceptivas masculinas. Los estudios están destinados a impedir o disminuir la producción de espermatozoides. En un principio, para esto se utilizó la testosterona, pero tiene varios efectos secundarios. En la actualidad, se estudia la combinación de testosterona con la hormona **progestina**, que inhibe la producción de espermatozoides. Esta combinación reduce los efectos colaterales ocasionados por un elevado nivel de andrógenos en la sangre.

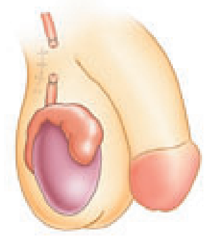
El **dispositivo intrauterino (DIU)** es un pequeño dispositivo de plástico con un filamento o chapita de cobre. Lo coloca el ginecólogo y, en general, en mujeres que ya han tenido hijos. Sus efectos anticonceptivos tienen varias acciones. Por un lado, el cobre inactiva el movimiento de los espermatozoides y produce una reacción inflamatoria en el endometrio; entonces cambia su estructura y dificulta el ascenso de estas células. Por el otro, esta modificación del endometrio evita una eventual implantación del óvulo fecundado.

El **sistema intrauterino** (**SIU**) es un dispositivo similar al DIU que libera **levonorgestrel** (hormona similar a la progesterona). Esta hormona espesa el mucus del cuello del útero, cambia la estructura del endometrio, interfiere en la ovulación y, secundariamente, en la implantación.

La **píldora del día después** (o **anticonceptivo de emergencia**) contiene altas dosis de hormonas femeninas que retrasan la ovulación y alteran la estructura del endometrio espesando el mucus cervical. Si bien esos efectos actúan directamente impidiendo la fecundación, ninguno de ellos protege a la mujer de la infección de ETS. En la actualidad, hay un importante debate científico y social sobre la posibilidad de que este método evite, además, la implantación del huevo.

Los **métodos anticonceptivos permanentes** consisten en la esterilización del hombre o de la mujer, a través del bloqueo de los conductos por donde transitan las células sexuales. Con esta técnica se impide un posible encuentro entre las gametas.





La **vasectomía** consiste en una intervención quirúrgica en la que se ligan los conductos deferentes. En consecuencia, durante la eyaculación, el semen expelido carece de espermatozoides.

La **ligadura tubárica** también consiste en una intervención quirúrgica en la que se ligan las trompas de Falopio.

CON-CIENCIA EN LA SOCIEDAD

Casos controvertidos

Las aplicaciones de las técnicas de reproducción asistida provocan numerosos casos sobre los que ha opinado y actualmente juzga la gente.

El caso Parpalaix fue uno de los más conocidos. En 1984, una mujer francesa quería ser fecundada con el esperma de su marido muerto. Esta situación planteó la reflexión sobre "la vida después de la muerte" y sobre los "niños huérfanos antes de ser concebidos". Sin embargo, nueve años más tarde, en los Estados Unidos de Norteamérica una mujer logró dar a luz a una beba a partir de una fecundación in vitro realizada con espermatozoides que habían sido extraídos del cuerpo de su marido 30 horas después de su muerte.



Las técnicas de reproducción asistida también plantean a la sociedad el debate sobre la edad en que una madre debe concebir. En 1992 una italiana de 61 años fue inseminada con esperma congelado de su marido muerto en 1982. En 1994, fue inseminada otra italiana de 63 años. En abril de 2005, una mujer inglesa concibió mellizos a la edad de 57 años.

CUANDO SE QUIERE Y NO SE PUEDE

Las causas de infertilidad y de esterilidad son variadas y pueden presentarse en la mujer, en el hombre o en ambos. Algunas tienen origen biológico y otras son de índole psicológica. También hay disfunciones de las que aún se desconocen sus causas.

La **Organización Mundial de la Salud (OMS)** declaró al mes de junio como el Mes Internacional de la Infertilidad, problemática que afecta entre un 10 y un 15% de la población mundial (entre 50 y 80 millones de personas en el mundo).

El conjunto de procedimientos que se aplican para aumentar la posibilidad de embarazo, se denominan **técnicas de reproducción o fertilización asistida**.

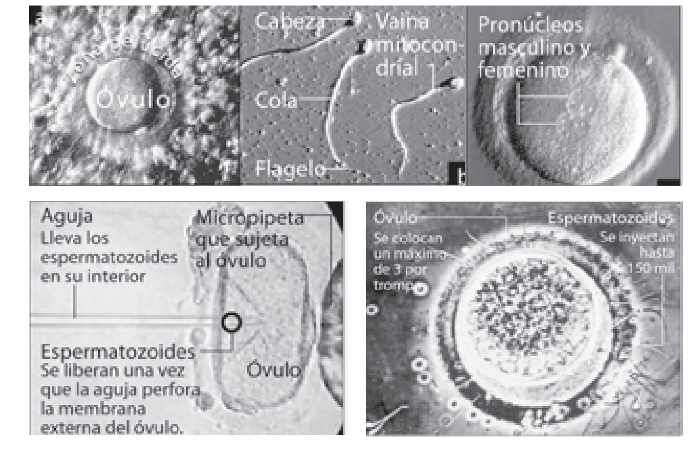
La reproducción puede ser auxiliada por técnicas de baja o de alta complejidad. Esta clasificación obedece a los costos económicos, la complejidad de la tecnología empleada y el lugar donde se produce la fecundación: en el interior o en el exterior del cuerpo de la madre. Las **técnicas de baja complejidad** son relativamente sencillas y favorecen la fecundación natural. Incluyen las **relaciones sexuales programadas**, la **estimulación de la ovulación** a través de medicamentos y la **inseminación artificial**. En las **técnicas de alta complejidad** la fecundación se realiza en recipientes especiales y se llama **fecundación *in vitro***.

La reproducción asistida plantea múltiples reflexiones éticas o morales en el nivel científico, social y religioso. Estas técnicas comprometen el inicio de la vida humana, el estatus de persona, la sexualidad de las parejas, los lazos familiares y las creencias religiosas.

Algunos países tienen leyes que regulan las prácticas de fertilización asistida. Otros carecen de legislación al respecto. En general, sobre la reproducción asistida hay una falta de consenso internacional y múltiples son las cuestiones éticas que se discuten actualmente. Por ejemplo, se debate sobre quiénes tienen derecho a este tratamiento, la donación y el congelamiento de gametas y embriones, la manipulación y selección de determinadas características. En la actualidad se discute sobre la posibilidad de clonar seres humanos.

Hasta hoy en la Argentina no existe una ley que regule la reproducción asistida. Sin embargo, existe un código de normas éticas entre los profesionales y los centros de medicina reproductiva, destinado a ayudar a parejas con dificultades reproductivas. Este código sostiene que la donación de células sexuales es una práctica anónima y altruista. No obstante, más allá de contar o no con legislación que regule la reproducción asistida, los numerosos y acelerados hallazgos científicos hacen que las leyes promulgadas sobre estas temáticas caduquen en poco tiempo.

En nuestro país no hay cobertura estatal para el uso de estas costosas técnicas y la mayoría de ellas se realizan en el ámbito privado. Por lo tanto, en general su aplicación implica un esfuerzo físico, psíquico y económico por parte de las parejas.



Desequilibrios en la genitalidad y la sexualidad

Las **enfermedades de transmisión sexual** (**ETS**) son un conjunto de más de 30 enfermedades producidas por diversos microorganismos o virus transmitidos principalmente durante el acto sexual. Por acto sexual se entiende tanto contacto genital, oral-genital, como genital-rectal. Sin embargo, esta denominación no es exacta porque la mayoría de estas enfermedades puede transmitirse por otras vías. Con menor frecuencia, algunas de estas enfermedades pueden contagiarse por el uso de prendas íntimas ajenas, toallas, sábanas, el inodoro y el bidet. Actualmente, la prevención a través del uso adecuado del preservativo y el diagnóstico precoz constituyen las principales herramientas para disminuir la probabilidad de contagio y controlar o curar la mayoría de estas enfermedades.

CON-SUMO CUIDADO

Estar informado

El Ministerio de Salud de la Nación tiene el **Programa Nacional de VIH sida y ETS**. Este organismo atiende y responde gratuita y telefónicamente todo tipo de consultas sobre enfermedades de transmisión sexual, en el teléfono 0800-3333-444

GONORREA

La **gonorrea** es una enfermedad provocada por las bacterias *Neisseria gonorrheae*. Los primeros síntomas de esta enfermedad se manifiestan cuando por la uretra o la vagina sale pus amarillo-verdoso y por el dolor o ardor que se siente al orinar, o cuando el hombre eyacula. Si no se trata pueden obstruirse los conductos espermáticos y la uretra, lo que provoca esterilidad. En la mujer, la infección es menos frecuente y comienza en la vulva y la vagina, y secundariamente pasa a la uretra. Puede producir infertilidad, infecciones en la cavidad abdominal y parto prematuro. Además, la mujer puede infectar a su hijo durante el parto, produciéndole ceguera.

ACTIVIDADES

Enfermedades de ayer y de hoy

Las ETS se clasifican en antiguas y modernas. Entre las primeras se incluyen la sífilis, la gonorrea, la uretritis, las ladillas, la tricomoniasis y las aftas. Las modernas son el sida, el herpes genital, la hepatitis B y la clamidia. Busquen información sobre ambos tipos de ETS e identifiquen el agente causal, las vías de contagio, los síntomas, la prevención y el tratamiento indicado para cada infección.

SÍFILIS

La **sífilis** es una ETS de las de mayor importancia por las consecuencias que ocasiona si no es detectada y tratada en sus etapas iniciales. Es producida por el grupo de bacterias *Treponema pallidum*. El primer síntoma es el **chancro sifilítico**, úlcera indolora del tamaño de una lenteja, que se forma en el pene, la vulva o la vagina. Si éste no es detectado y la enfermedad no es tratada, se desarrolla la segunda etapa, con erupciones muy contagiosas y fiebre. En la etapa latente, desaparecen los síntomas, pero el individuo continúa enfermo. En la etapa final (después de unos 3 a 15 años), la sífilis altera el sistema nervioso, el corazón y numerosos órganos, pudiendo causar la muerte si no se trata.

El chancro sifilítico también puede presentarse en el interior de las mejillas, la faringe y el ano, según el contacto sexual practicado. En ciertas ocasiones no se presenta el chancro, como en el contagio por vía sanguínea o en el feto infectado durante la gestación.

Tanto la gonorrea como la sífilis se tratan con antibióticos. El tratamiento debe ser efectuado por la pareja y completarse aunque los síntomas desaparezcan.

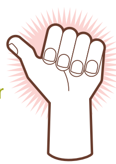
PAPILOMA HUMANO

Los virus que provocan el **papiloma humano**, o papilomavirus humano (HPV), se transmiten a través del contacto sexual. Esta enfermedad se manifiesta por la aparición de verrugas o papilomas en los genitales, alrededor de éstos o en el ano. Las verrugas pueden destruirse con ciertas sustancias químicas, por congelamiento, láser o cirugía, pero no curan la enfermedad. Por eso las mujeres deben realizarse periódicamente exámenes ginecológicos.

HERPES GENITAL

El **herpes simple genital** es ocasionado por dos tipos de virus, el HSV-1 y el HSV-2. Se caracteriza por la presencia de ampollas en los genitales de ambos sexos. Éstas se transforman en llagas dolorosas y luego se forman costras. Existen medicamentos que disminuyen los malestares ocasionados por las llagas pero no curan la enfermedad porque los virus continúan en el interior de las células.

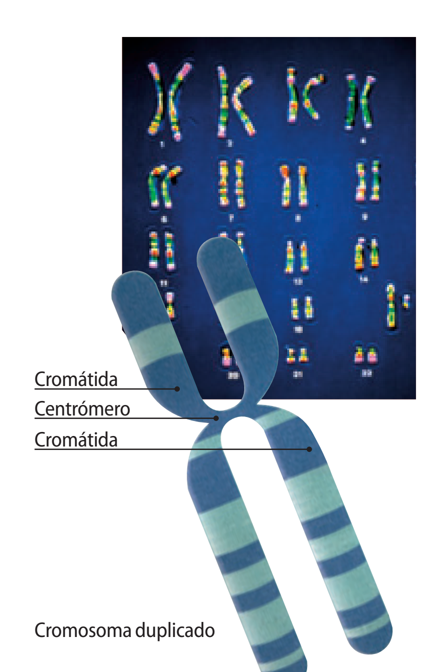
El sida también está clasificado como una ETS. Si quieren recordar su caracterización y medidas de prevención, lean la página 170.





Reproducción en las células del organismo

El crecimiento, la regeneración de partes del cuerpo lesionadas y la procreación del organismo humano están determinados por la capacidad de reproducción de las células que lo componen.



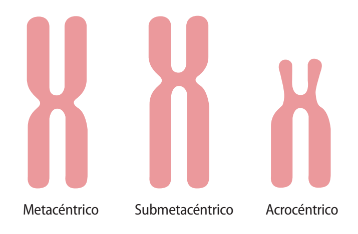
El núcleo celular

Además de la coordinación de los procesos celulares, el contenido del **núcleo** tiene una fundamental participación en la reproducción de las células. Está constituido por los siguientes componentes:

- la **envoltura nuclear**: estructura que constituye el límite del núcleo, a través del cual se establece un intercambio de sustancias con el citoplasma. Tiene un conjunto de cisternas comunicadas con el retículo endoplasmático rugoso y presenta ribosomas adheridos en su cara externa, interrumpida por **poros nucleares** que comunican al núcleo con el citoplasma. El tránsito de moléculas a través de los poros nucleares es altamente selectivo, y requiere de la identificación de señales específicas y uso de energía;
- la **matriz nuclear**: componente proteico que constituye el armazón del contenido del núcleo;
- el **nucleoplasma**: material fluido constituido fundamentalmente por agua, nucleótidos, enzimas y otras proteínas;
- el **nucléolo**: es una agrupación de ADN, ARNr y proteínas; y
- la **cromatina** y los **cromosomas**: contienen el material genético de las células.



Condensación de cromosomas: a medida que aumenta el grado de plegamiento, la cromatina se acorta y engruesa.



CROMATINA Y CROMOSOMAS La cromatina resulta de la asociación de ADN y proteínas llamadas **histonas**. Este material filamentoso se encuentra disperso en el núcleo en variados grados de plegamiento.

La cromatina se condensa progresivamente cuando la célula ingresa en la etapa de división, transformándose en las estructuras denominadas **cromosomas**. Cada molécula de ADN duplicada y compactada constituye un **cromosoma**.

Los cromosomas solo pueden observarse a través del microscopio durante la división celular. Al inicio de la misma, cada cromosoma presenta dos **cromátidas** unidas a la altura del centrómero. El **centrómero** separa los dos brazos de una cromátida. Los extremos de cada cromátida reciben el nombre de **telómeros**.

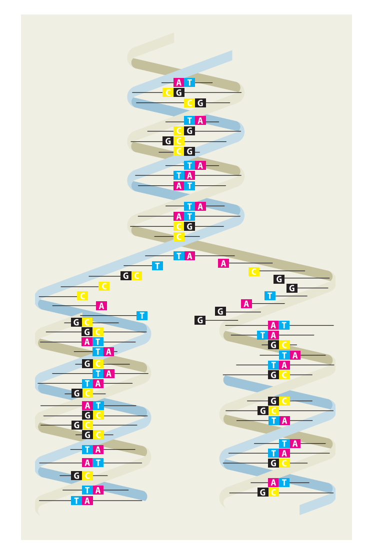
Según la longitud relativa de los brazos, los cromosomas se clasifican en **metacéntricos**, **submetacéntricos** y **acrocéntricos**.

La representación ordenada de los cromosomas de una especie recibe el nombre de **cariotipo**. El cariotipo humano consta de 46 cromosomas o 23 pares de cromosomas homólogos. De éstos, 22 pares se denominan **cromosomas somáticos** o **autosomas**, y 1 par, **cromosomas sexuales**.

Las células femeninas se diferencian de las masculinas por el tipo de cromosomas sexuales que presentan. En general, la mujer presenta dos cromosomas sexuales llamados **X**, y el hombre un cromosoma **X** y un cromosoma **Y** en cada una de sus células.

Como se explicó en el Capítulo 2, en el núcleo celular se produce la transcripción del ADN, proceso de síntesis de ARNm previo a la elaboración de las proteínas en el citoplasma.

Pero también en el núcleo se realiza la duplicación del ADN, es decir, la síntesis de dos nuevas moléculas de ADN a partir de una original.



Secuencia de procesos que ocurren durante la duplicación de la molécula de ADN.

LA DUPLICACIÓN DE ADN

El ADN es un tipo de molécula que tiene la capacidad de **duplicación** o **replicación**, es decir, esta molécula puede generar dos idénticas a sí misma. La propiedad de duplicación permite que una molécula de ADN transmita su información a las moléculas que origina.

La duplicación del ADN se inicia con la separación de las dos cadenas de nucleótidos. Esta separación se produce simultáneamente en varios puntos de la molécula de ADN. Estos puntos se denominan **ojales de replicación**.

Cada cadena original o **parental** funciona como molde en el apareamiento de nucleótidos complementarios que se encuentran libres en el núcleo celular.

Cuando en la separación de las cadenas parentales queda sin par un nucleótido de adenina, por complementariedad entre las bases se acopla un nucleótido de timina. Cuando, en cambio, queda libre un nucleótido de citosina, se acopla por complementariedad uno de guanina. A medida que progresa la separación de las cadenas, se completa el apareamiento de nucleótidos.

En todos los ojales de replicación se suceden los mismos hechos. Así se forman dos cadenas nuevas: una sobre cada cadena parental.

El resultado de la duplicación son dos moléculas hijas de ADN con la misma secuencia de nucleótidos de la molécula original.

Todos los procesos que ocurren durante la replicación del ADN son regulados por un complejo de enzimas específicas.

Una vez completa la replicación del ADN, se produce un segundo evento preparatorio para la división celular que consiste en el enrollamiento de las dos moléculas de ADN hijas junto con proteínas llamadas **histonas**. El ADN y las histonas constituyen el material genético de una célula eucariota, también llamado **cromatina**.

El máximo grado de compactación de la cromatina da origen a un **cromosoma**. Cada molécula hija replegada constituye en el cromosoma una **cromátida** hermana. Por lo tanto, un cromosoma duplicado consta de dos cromátidas hermanas genéticamente idénticas. Éstas se encuentran unidas entre sí en una zona denominada **centrómero**, y así permanecerán hasta promediar la división celular.



Relean la descripción de la duplicación del ADN e identifiquen cada uno de los procesos en la imagen.

Ciclo celular

A lo largo de la vida de una célula se suceden ordenadamente un conjunto de procesos denominado **ciclo celular**. Entre los procesos que ocurren durante el período vital de una célula, se incluyen el crecimiento y división celular.

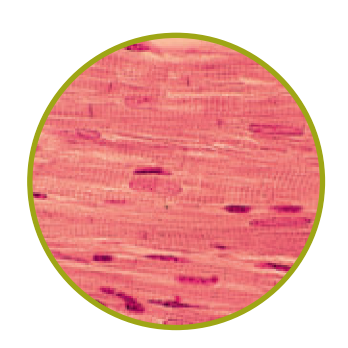
El tiempo necesario para completar el ciclo celular es variable según el tipo de célula. Algunas células se dividen intensamente, como las **células embrionarias**, y su ciclo se completa en un término de pocas horas. Otras células se dividen con menos frecuencia. Una tercera categoría de células nunca llega a completar el ciclo celular porque pierden su capacidad de división.

Las células de la epidermis, uno de los tejidos que conforma la piel, se renuevan cada dos a cuatro semanas.

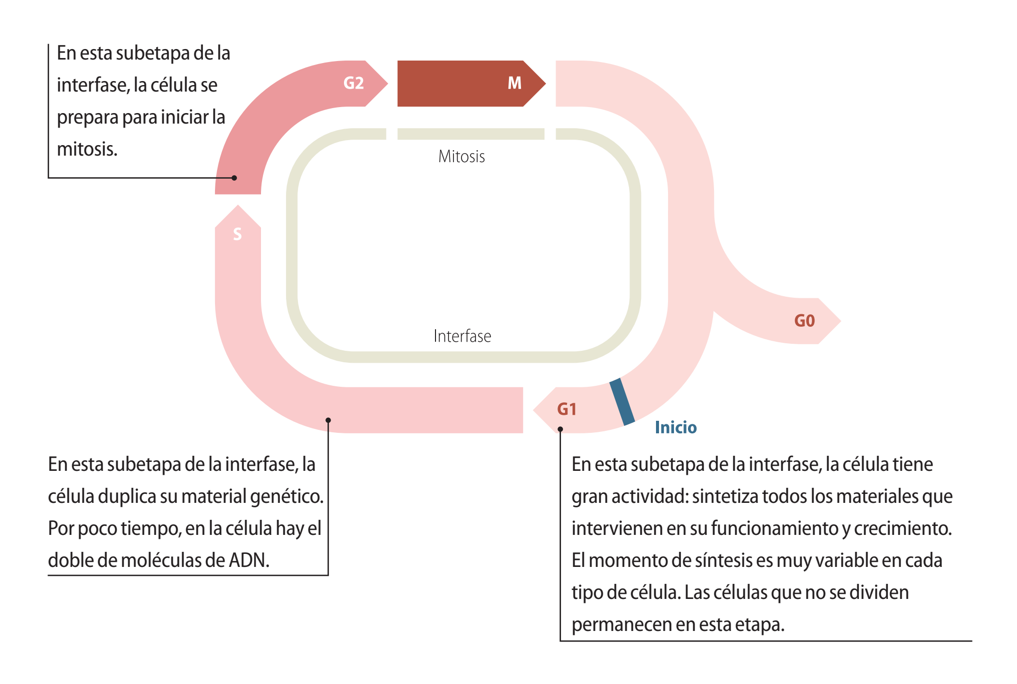
La **interfase** es la etapa en la que la célula pasa la mayor parte de su vida. Es el período del ciclo celular comprendido entre dos divisiones sucesivas.

Finalizada la división celular, las células hijas comienzan su etapa de interfase.

Los procesos más importantes que ocurren durante la interfase han sido identificados y denominados **subetapas G1**, **S** y **G2**.



En las células musculares no ocurre la división celular.





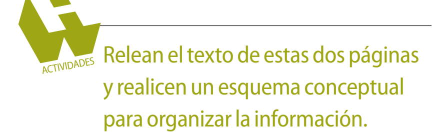
En el ciclo celular:

- la fase S (síntesis del ADN) dura entre 6 y 8 horas;
- la fase G2 entre 2 y 4 horas;
- la mitosis se produce en una hora; y
- en células de crecimiento rápido, la fase G1 se produce en aproximadamente 24 horas.

El ciclo celular es regulado en diversos puntos de la secuencia de subetapas. Se puede comparar el avance del ciclo celular con la ejecución de un programa de lavado de un lavarropas automático, en el cual existen mecanismos de seguridad que impiden pasar al proceso siguiente hasta tanto haber completado la etapa anterior. Una falla en el proceso regulador del ciclo puede conducir a un descontrol de la división celular, afección conocida como **cáncer**.

El pasaje de una subetapa a otra está regulado por un conjunto de proteínas específicas. La activación de este sistema regulador prepara a la célula para avanzar hacia el acontecimiento previo a la mitosis: la **duplicación del material genético**. Este evento es característico del período S de la interfase.

A continuación, en el período G2, en la célula se organizan todos los materiales necesarios para entrar en la división celular.



Relean el texto de estas dos páginas y realicen un esquema conceptual para organizar la información.

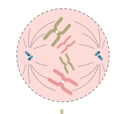
Mitosis

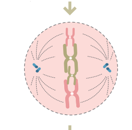
De la división celular completa, la **mitosis** comprende solo la división del núcleo; la división del citoplasma celular se denomina **citocinesis**.

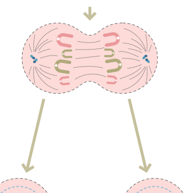
Los cromosomas duplicados en **interfase** se reparten entre las células resultantes del proceso de división celular. Por lo tanto la mitosis posibilita:

- El crecimiento del organismo debido al aumento en el tamaño y el número de las células que lo componen.
- La reparación de tejidos dañados por reposición de células muertas, manteniéndose constante el número de células que componen al organismo.

La mitosis consiste en una secuencia continua de acontecimientos que comprenden cuatro fases sucesivas: **profase**, **metafase**, **anafase** y **telofase**.



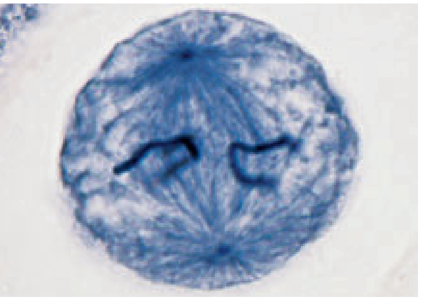




Células hijas genéticamente idénticas a la célula madre.



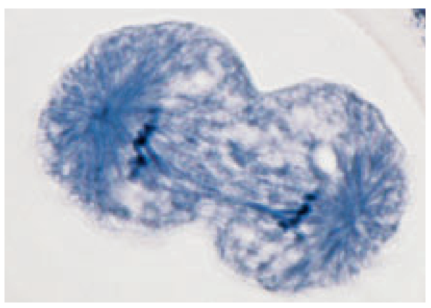
Interfase
El material genético en estado de cromatina se duplica. La envoltura nuclear rodea y limita al contenido nuclear. Se visualiza al nucléolo. Se sintetizan los materiales que duplican al centríolo.



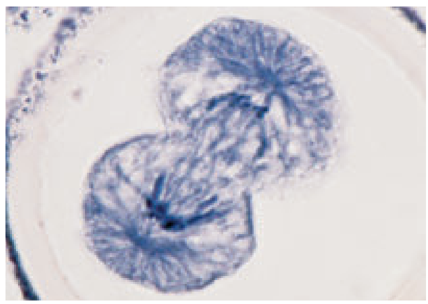
Profase
El material genético duplicado se condensa: los cromosomas se observan constituidos por dos cromátidas hermanas. El nucléolo se desorganiza. En el citoplasma se ve un conjunto de estructuras, el **aparato mitótico**, conformado por los centríolos duplicados y las fibras del huso mitótico o acromático entre ellos.



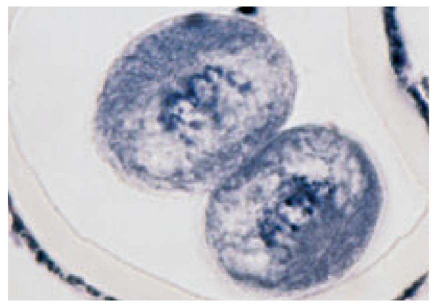
Metafase
Los centríolos se desplazan hacia los polos opuestos de la célula. La envoltura nuclear se desorganiza por completo. Los cromosomas se disponen en el centro de la célula o plano ecuatorial. Cada cromosoma se une individualmente a una fibra del huso a través de su centrómero.



Anafase
Se produce la separación de las cromátidas hermanas como consecuencia de la intervención del aparato mitótico



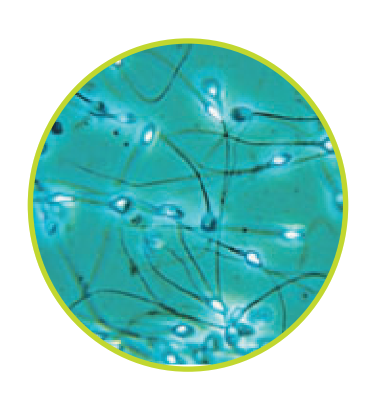
Telofase
Las cromátidas hermanas arriban a los polos opuestos. Alrededor de cada grupo de cromátidas (ahora cromosomas hijos) se reorganiza la envoltura nuclear en cada polo de la célula, y los cromosomas se descondensan. El nucléolo vuelve a hacerse visible.El aparato mitótico se desestructura y se completa la división citoplasmática o **citocinesis**.



La citocinesis se lleva a cabo mediante un proceso de estrangulación, favorecido por la formación de un anillo contráctil en la zona media del citoplasma.

Meiosis

Todas las células que componen el organismo humano se originan por mitosis de células preexistentes. Estas células contienen 46 cromosomas y son **genéticamente idénticas entre sí**.



Fotomicrografía de espermatozoides en MO

Las únicas células que no se originan por mitosis son las **gametas** o **células sexuales**, (óvulos y espermatozoides). Estas células son el producto de una división celular especial llamada meiosis y son **genéticamente diferentes entre sí**.

En los humanos, los óvulos y los espermatozoides poseen solo **23 cromosomas** de los 46 presentes en el resto de las células del cuerpo.

Cuando se produce la unión de un óvulo y un espermatozoide durante la fecundación, se origina una **célula huevo** o **cigota** con 46 cromosomas, que reúne la información genética de 23 cromosomas maternos y 23 cromosomas paternos.

La célula huevo se divide por mitosis y da origen a un embrión pluricelular conformado por dos grandes grupos celulares:

- **células somáticas.**
- **células germinales.**

Las células somáticas generan a todos los tipos celulares que componen al cuerpo del organismo. Las células germinales originan los órganos reproductores (ovarios o testículos) los que, a su vez, originan por meiosis las células sexuales (óvulos o espermatozoides).

Tanto las células somáticas como las germinales poseen dos juegos de cromosomas: uno aportado por el espermatozoide y uno aportado por el óvulo. Cuando una célula tiene un doble juego cromosómico se denomina **célula 2n** o **diploide**. Cada cromosoma del par se llama homólogo. Por lo tanto, la cigota posee 46 cromosomas, es decir, 23 pares de **cromosomas homólogos**.

El mantenimiento del número de cromosomas es posible por la reducción de la cantidad de cromosomas durante la formación de las células sexuales. Estas células tienen solo un juego de cromosomas, es decir, la mitad del número de cromosomas de las células somáticas, y se llaman **células n** o **haploides**.

En conclusión, la meiosis es un tipo de división celular en la cual una célula diploide origina cuatro células haploides genéticamente diferentes entre sí, que intervienen en la reproducción sexual.

La meiosis es un proceso complejo, que abarca dos divisiones celulares sucesivas:

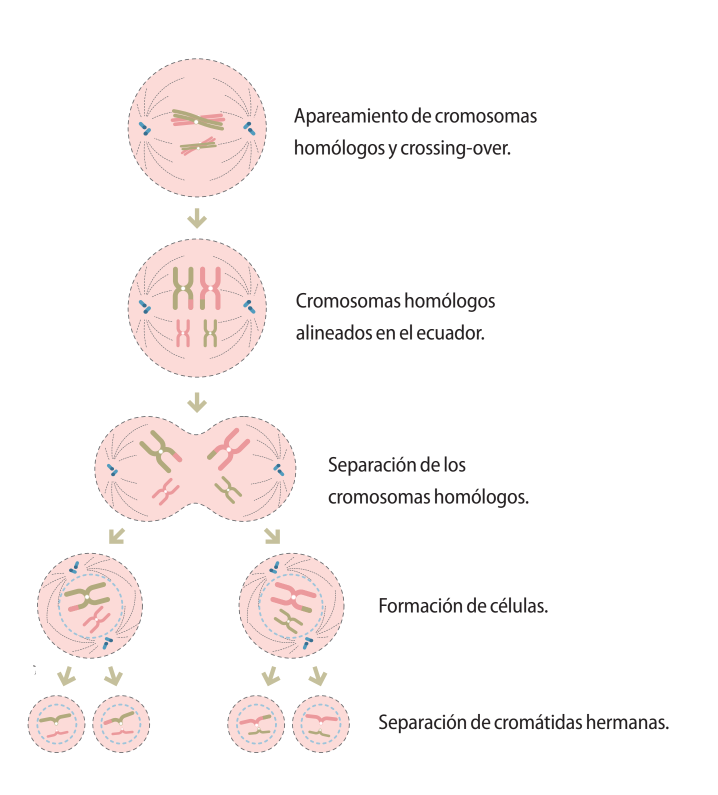
- **meiosis I**
- **meiosis II**

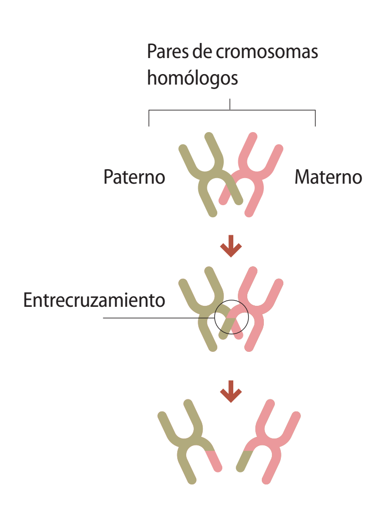
Como en la mitosis, se inicia previa duplicación del ADN en interfase.

Tanto en la mitosis como en la meiosis, los acontecimientos citoplasmáticos y los que afectan a la envoltura nuclear, nucleolo y condensación del material genético son idénticos.

Cuando las dos células hijas obtenidas por meiosis I completan la meiosis II, se obtienen, en total, cuatro células hijas haploides y genéticamente diferentes.

Por el contrario, en la mitosis se originan dos células hijas, que mantienen constante el número cromosómico y una información genética idéntica con respecto a la célula madre.





Detalle de cromosomas homólogos en crossing-over.

Profase I

La condensación de los cromosomas duplicados ocurre mientras éstos se presentan apareados, formándose entonces pares de cromosomas homólogos duplicados (4 cromátidas). Durante el apareamiento, las cromátidas intercambian material genético en un proceso llamado **entrecruzamiento** o . Este proceso origina **variabilidad genética**, porque cada cromátida reune información genética proveniente de otro progenitor.

Metafase I

Cada par de cromosomas homólogos, ya recombinados y apareados, se unen por el centrómero a una fibra del huso acromático y se ubican en el plano ecuatorial de la célula.

Anafase I

Se produce la separación de cada cromosoma del par de homólogos y se dirigen al azar uno hacia cada polo de la célula. Este fenómeno aleatorio, más la variabilidad que produce el crossing-over permite estimar que no existe probabilidad de que un individuo produzca dos células sexuales genéticamente iguales a lo largo de su vida.

Telofase I

Los cromosomas duplicados y recombinados llegan a sus respectivos polos. A su alrededor se reorganiza la envoltura nuclear y se inicia una descondensación progresiva del material genético. Se constituyen dos núcleos hijos haploides. Simultáneamente, se inicia y completa la citocinesis.

Profase II

Cada célula haploide originada en meiosis I, inicia la meiosis II. Durante esta división celular se separan las cromátidas y se obtienen **cromosomas simples**, como en el inicio. La profase II se inicia sin duplicación del ADN. Los cromosomas vuelven a condensarse y se repiten los mismos acontecimientos a nivel nuclear y citoplasmático que caracterizan a la profase.

Metafase II

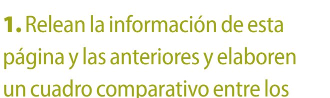
Cada cromosoma se une a una fibra del huso en un comportamiento independiente, similar al observado en la profase de la mitosis.

Anafase II

Se separan las cromátidas de cada cromosoma y cada una migra hacia los polos de la célula. La separación de las cromátidas hermanas también ocurre al azar, aumentando la variación genética en las células hijas. En este momento se las considera cromosomas.

Telofase II

Los cromosomas que llegan a cada polo son genéticamente diferentes de los que iniciaron la división. Alrededor de cada conjunto cromosómico se forma una nueva envoltura nuclear y los cromosomas se descondensan. Se completa la citocinesis a nivel citoplasmático.

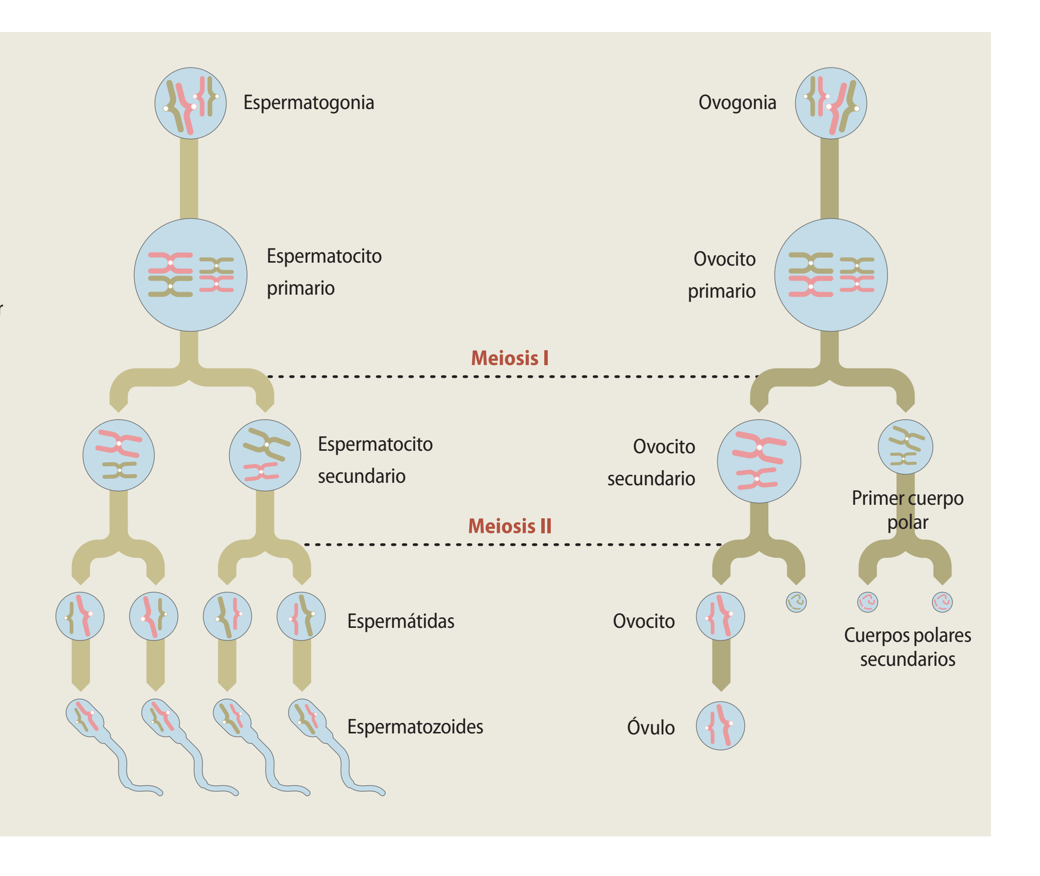




1. Relean la información de esta página y las anteriores y elaboren un cuadro comparativo entre los procesos de mitosis y meiosis.
2. Esquematicen la meiosis de una célula $2n = 6$.
3. ¿En qué fase la célula anterior se transforma en dos células $n = 3$?
4. Esquematicen la mitosis de una célula $2n = 6$.

Gametogénesis

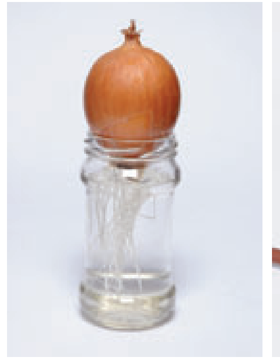
El origen de óvulos y espermatozoides por meiosis se denomina gametogénesis. Por cada célula germinal que inicia la meiosis en el testículo, se obtienen cuatro gametas masculinas o espermatozoides, mientras que por cada célula germinal que inicia la meiosis en el ovario, se genera una sola gameta femenina funcional u óvulo. Las tres células restantes, denominadas cuerpos o glóbulos polares, presentan un citoplasma reducido y mueren pronto.





¿Cómo observar células reproduciéndose?







Para responder esta pregunta necesitan una cebolla colocada sobre agua durante unos días hasta que le crezcan algunas raíces, un tubo de ensayo, microscopio, porta y cubreobjetos, pinzas y agujas de disección, papel de filtro o absorbente, carmín, ácido acético y mechero.

Procedimiento:

1. Para preparar el colorante necesario para la observación de los cromosomas, hiervan lentamente durante 1 hora, una mezcla de 100 ml de agua, 80 ml de ácido acético glacial y 1 g de carmín puro.

2. Corten algunas puntas de las raíces de la cebolla.

3. Coloquen las puntas en el tubo de ensayo con unas gotas de carmín acético y calienten suavemente (sin hervir) durante 3 minutos.

4. Distribuyan las puntas sobre un portaobjetos, con una gota de carmín acético frío y aplástenlas un poco con una aguja de disección.

5. Coloquen el cubreobjetos sobre las puntas, apoyen un trozo de papel absorbente sobre el cubreobjetos y presionen suavemente, sin que se desplacen los vidrios. La presión debe aplastar el material sin romper el cubreobjetos.

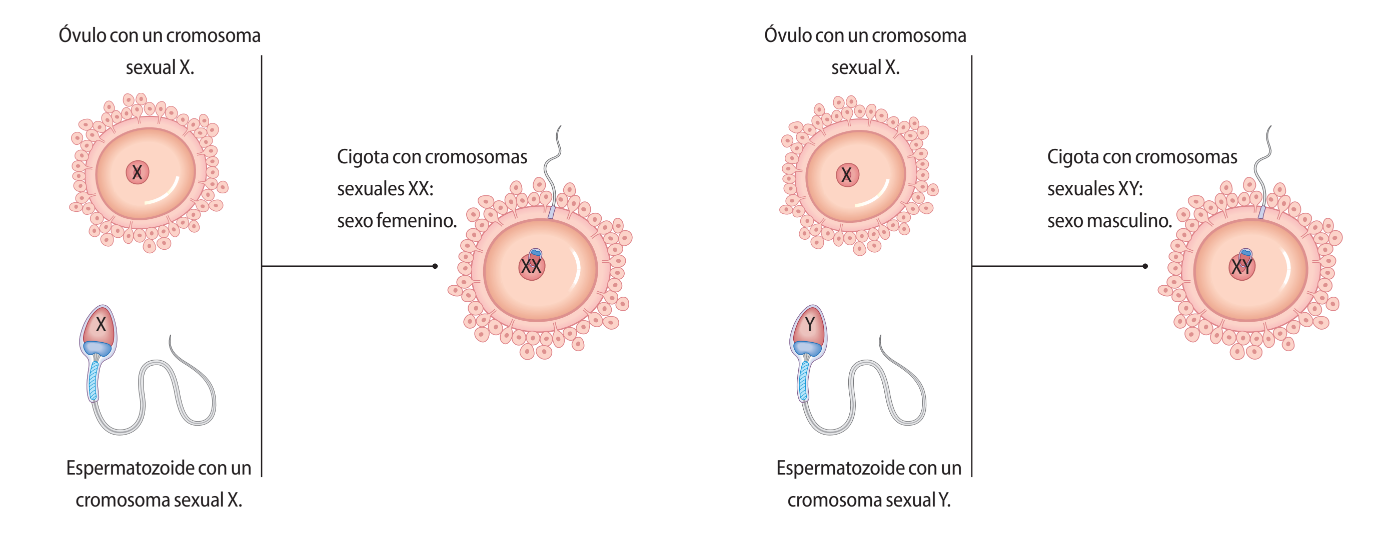
6. Observen el preparado con el microscopio, comenzando con el objetivo de menor aumento, para luego recorrer el material con mayor aumento.

7. Identifiquen células en las fases mitóticas, selecciónenlas y dibújenlas.

8. Compárenlas con las fotomicrografías de las páginas anteriores.

DETERMINACIÓN DEL SEXO En la especie humana, el sexo está determinado por el par de cromosomas homólogos sexuales. Cada gameta femenina porta un cromosoma sexual X, mientras que los espermatozoides pueden llevar un cromosoma sexual X o uno Y.

Dependiendo del cromosoma sexual que porta el espermatozoide fecundante, la cigota puede resultar femenina o masculina. Por lo tanto, el sexo cromosómico queda determinado en el momento de la fecundación.



Desequilibrios en la meiosis

Durante la gametogénesis pueden ocurrir fenómenos de **no disyunción** o no separación de cromosomas homólogos. Resultan entonces gametas con cromosomas de más o de menos, que pueden dar origen, si son viables, a cigotas aneuploides.

Se denomina **célula aneuploide** la que posee un número anormal de cromosomas. Así, durante la meiosis pueden producirse células aneuploides:

- **monosómicas**, que presentan un solo cromosoma de cierto par; o
- **trisómicas**, con un trío en lugar de un par de determinado tipo cromosómico.

Las aneuploidías pueden involucrar a cromosomas somáticos o sexuales. En general, las anomalías cromosómicas que afectan a los autosomas tienen graves consecuencias.

La aneuploidía en los seres humanos puede producir severos defectos físicos y mentales. Una de las trisomías autosómicas más frecuentes es la del par 21, también conocida como síndrome de Down.

Algunos desequilibrios en la separación de los cromosomas durante la meiosis.

CARIOTIPO	NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN
Trisomía 13	Síndrome de Patau	Muerte a temprana edad.
Trisomía 18	Síndrome de Edwards	Muerte al año de vida.
Trisomía 21	Síndrome de Down	Pliegue palpebral característico, retardo mental.
Trisomía 22		Similar a la trisomía 21 más deformidades esqueléticas.
X0 (solo 1 X)	Síndrome de Turner o monosomía para el cromosoma X	Mujeres con ligero retardo mental y estériles.
XXY	Síndrome de Klinefelter	Varones con retraso mental, genitales poco desarrollados, crecimiento mamario y grasa corporal distribuida de manera similar a la de las mujeres.
XYY		Varones con talla mayor que el promedio y apariencia normal.
XXX	Síndrome triplo X	Mujeres generalmente fértiles, pero con irregularidades menstruales y menopausia prematura.



1. Después de la lectura del artículo I:

a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo, argumentativo o justificativo.

b. señalen las características que permiten identificarlo.

c. elaboren un esquema conceptual para sistematizar la información del artículo.

2. Después de la lectura del artículo II:

a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo, argumentativo o justificativo.

b. señalen las características que permiten identificarlo.

c. escriban una lista de las propiedades de los alimentos funcionales.

42 || CLARIN || SOCIEDAD || 16 DE SEPTIEMBRE DE 2003 **artículo I**

UN LOGRO DE CIENTÍFICOS JAPONESES A PARTIR DE CÉLULAS MADRE DE RATONES

Crean un espermatozoide artificial

Valeria Román

La ciencia no está ahora tan lejos de ofrecer espermatozoides a hombres sin aquéllos (o con pocas cantidades) y sin que se necesite recurrir a donantes. En Japón, un grupo de investigadores consiguió por primera vez generar espermatozoides en el laboratorio a partir de células madre o no diferenciadas de embriones de ratón. El equipo conducido por Toshiaki Noce, del Instituto Ciencias de la Vida Mitsubishi Kagaku, en Tokio, publicó su esperanzador resultado en la revista *Proceedings* de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos de esta semana. Esto significa que –por lo menos en el laboratorio y con animales– se puede controlar el proceso que lleva a que células madre muy simples y sin una misión asignada aún pueden llegar a manipularse para convertirse en espermatozoide, el gameto masculino que fue descubierto en 1679 por el holandés Antoni van Leeuwenhoek. Hasta el momento, este tipo de "transformaciones manipuladas" se había logrado en otros laboratorios con células que pasaron a cumplir funciones cardíacas o musculares, entre otras. Un campo que, si bien abrió muchas perspectivas desde 1998, también generó mucho ruido (especialmente en los Estados Unidos). Esto es porque el uso de las células madre implica –en muchos casos– la destrucción de los embriones de los cuales provienen. Antes, se habían dado a conocer distintos trabajos que han dado los primeros pasos en producir óvulos a partir de células indiferenciadas. Pero nunca se había logrado con espermatozoides. "El estudio japonés permite vislumbrar la posibilidad de hacer autotrasplantes en hombres con problemas en la producción de espermatozoides", dijo a Clarín el doctor José Vázquez, jefe del área de Andrología del Hospital de Clínicas de la UBA. ¿Qué hizo entonces el grupo japonés? Incubó células madre del ratón con otras que producen la proteína llamada BMP4, que se sabe que estimula la formación de células madre o germinales durante el desarrollo normal del embrión. En esa mezcla, también incluyó a otra proteína que se utilizó como marcador para rastrear el camino hacia la diferenciación celular. En un día, los científicos consiguieron que algunas de las células madre se diferenciaran en células germinales primitivas. Esas células fueron a su vez implantadas en testículos. Maduraron. Y fueron espermatozoides. Normalmente, según Vázquez, las células germinales primitivas son las que van multiplicándose durante toda la vida del hombre. Algunas crean espermatozoides. "Lo interesante de esta investigación en Japón es que los científicos dieron con proteínas clave que están involucradas en la diferenciación de las células madre, para convertirlas en células germinales y después en espermatozoides", precisó el doctor Vázquez. Para el presidente de la Sociedad Argentina de Andrología y director asociado del centro Procrearte, Gastón Rey Valzacchi, "el resultado del estudio podría llegar a servir en el futuro para hombres que han pasado por quimioterapias y que sufren algún problema en la producción de espermatozoides".

Probióticos, prebióticos y simbióticos

Moduladores del sistema digestivo

Jacques Robert Nicoli y Leda Quercia Vieira
Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad Federal de Minas Gerais.

El aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos es uno de los grandes problemas de la medicina. La ingestión de suplementos microbióticos vivos –probióticos–, de ingredientes alimentarios que estimulan la acción bacteriana –prebióticos– o de ambos asociados –simbióticos– mejora sensiblemente el funcionamiento intestinal.

Tanto el feto humano como el animal no contienen gérmenes pero, inmediatamente después del nacimiento, las superficies y mucosas son rápidamente colonizadas por microorganismos según una secuencia específica para cada especie. La duración de ese proceso también varía según la especie.

En un ser humano adulto hay aproximadamente 100 trillones de microorganismos, de 300 a 400 especies diferentes; esa microbiota pesa alrededor de 1,2 kg y tiene una actividad metabólica global similar a la de un hígado. Por lo tanto, la microbiota normal puede considerarse como un órgano responsable del desempeño de funciones benéficas. La protección ecológica –la cual impide la multiplicación de microorganismos patógenos–, la inmunomodulación –que permite una respuesta rápida y adecuada del sistema inmunológico ante agresiones infecciosas– y la contribución nutritiva –que regula la fisiología digestiva y provee vitaminas y fuentes energéticas–, son las principales funciones de la microbiota en el tracto digestivo. Es entonces fundamental que esta se instale rápidamente y que sus funciones sean preservadas.

Los probióticos

Se denomina probióticos a los suplementos microbianos vivos que, ingeridos, mejoran el equilibrio microbiano del intestino del hospedador. Entre los probióticos más estudiados, tanto experimental como clínicamente, existen las bacterias y las levaduras. Algunos ya se comercializan como preparados que contienen uno o varios tipos de estos microorganismos vivos.

De los géneros de bacterias más investigados –Lactobacillus, Bifidobacterium, Streptococcus, Enterococcus y Escherichia–, los dos primeros son los que presentan resultados más consistentes. Los Lactobacilli fueron los primeros microorganismos en ser suministrados en forma viva, por vía oral, con el objetivo de producir efectos benéficos a la microbiota digestiva. A comienzos del siglo pasado, el microbiólogo ruso Elie Metchnikoff (1845-1916) sugirió el consumo de leche fermentada para modular esa microbiota. En la misma época, el microbiólogo francés Tissier observó que la microbiota fecal de recién nacidos amamantados por pecho presentaba más Bifidobacterium que la microbiota fecal de niños que habían recibido leche no materna, y reconoció el efecto benéfico de esa bacteria.

El género Bifidobacterium es típico de la microbiota que predomina en el tracto digestivo humano, y su población es muy estable. Los Lactobacilli son subdominantes, con poblaciones muy fluctuantes.

Los Lactobacillus GG permanecen viables durante su paso por el sistema digestivo, razón por la cual son indicados como bioterapéuticos. Sin embargo, la viabilidad no es el único factor importante en la acción de un prebiótico. El nivel de población del microorganismo debe ser lo suficientemente elevado –igual o superior a los 10 millones de células por gramo de contenido– para que ejerza adecuadamente su función. La ingestión diaria de un probiótico es, por lo tanto, indispensable para mantener niveles artificialmente elevados del microorganismo en el ecosistema digestivo, permitiendo el efecto benéfico deseado.

Prebióticos y simbióticos

Otra manera de intervenir en el equilibrio poblacional de la microbiota es por medio de los prebióticos, los cuales son ingredientes alimentarios no digeribles que promueven la salud del hospedador al estimular la acción de una bacteria benéfica –o un grupo de ellas–, en el tracto digestivo.

Recordemos que el alcaucil, la cebolla, la banana, el espárrago y la achicoria contienen naturalmente componentes con propiedades prebióticas. A su vez, los simbióticos son combinaciones de probióticos y prebióticos, o sea que los organismos vivos se ingieren con sus sustratos específicos para permitir una acción más eficaz.

Tanto los probióticos como los prebióticos son clasificados como "alimentos funcionales", es decir, que cumplen otras funciones además de su papel nutricional.

Revista *Ciencia Hoy en línea*, Volumen 13, N° 75, junio-julio 2003.

PARTE I
HOMEOSTASIS EN EL ORGANISMO HUMANO

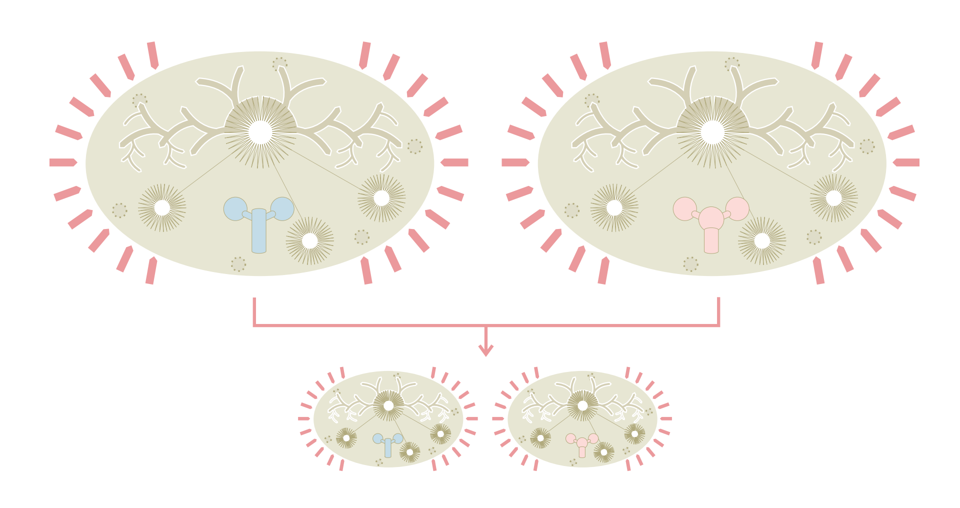
9 GENÉTICA Y HERENCIA

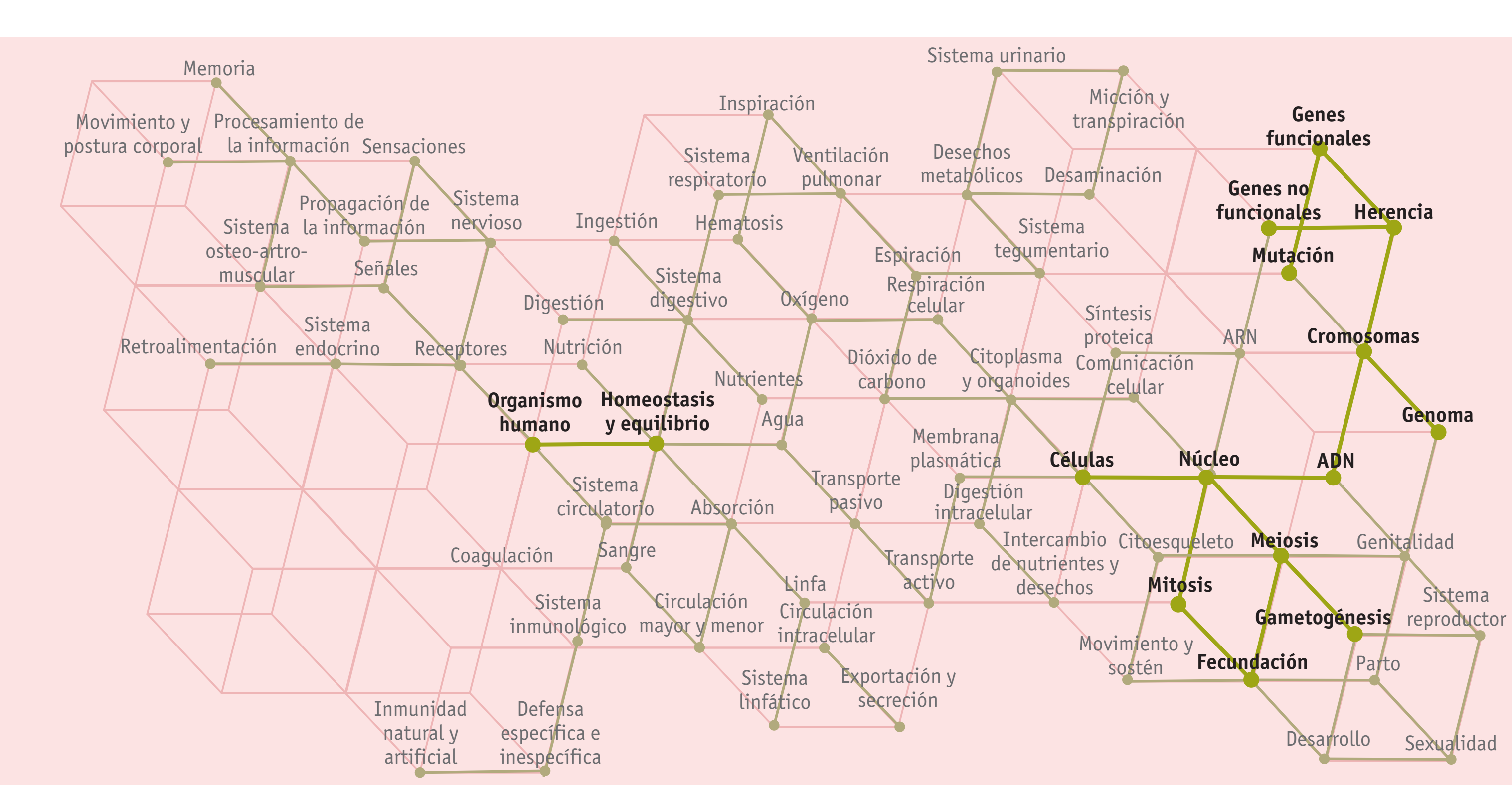
Caracteres hereditarios y adquiridos

La **herencia** es un proceso a través del cual los seres vivos transmiten determinadas características de padres a hijos. Los procesos que posibilitan la herencia y la expresión de la información heredada son objeto de estudio de la rama de la Biología llamada **Genética**.

A lo largo de la historia, a la humanidad le llevó mucho tiempo llegar a comprender la naturaleza de dicho proceso. Actualmente, se sabe que la información hereditaria está contenida en el ADN. El organismo humano recibe una copia del ADN de cada uno de sus padres en el momento de la fecundación, ya que tanto el óvulo como el espermatozoide contienen información genética en sus núcleos.

Las características transmitidas a través de las células sexuales se denominan **caracteres hereditarios**.
Además de los caracteres hereditarios, el organismo adquiere otras características a lo largo de su vida, las que se denominan **caracteres adquiridos**.
El desarrollo muscular en las personas que practican deportes no genera modificaciones en el ADN de las células sexuales, no se transmite a los hijos: es un carácter adquirido.





Genes, cromosomas y genoma

El **ADN** contiene la información genética organizada en unidades denominadas genes. Un **gen** es un segmento de ADN que informa para la síntesis de una proteína, de un polipéptido o de una molécula de ARN.

Además de los genes que portan información hereditaria (**genes funcionales**), un importante porcentaje de ADN no la lleva ni tiene función aparente en el organismo.

Entonces, en cada molécula de ADN está contenida una determinada cantidad de genes, los que codifican la síntesis de variadas proteínas y diversos polipéptidos que se expresan como características particulares en cada organismo.

Cada molécula de ADN está dentro del **núcleo** de las células en distintos grados de enrollamiento, dependiendo de la etapa del ciclo celular en que se encuentre cada una. Cuando la molécula de ADN está en su grado máximo de enrollamiento, se denomina **cromosoma**.

En las células que conforman el cuerpo del organismo humano (**células somáticas**) hay 46 moléculas de ADN. Cada una de ellas, al enrollarse, conforma un cromosoma antes de cada división celular. A diferencia de las células somáticas, como las **células sexuales** se originan por meiosis, tienen 23 cromosomas.

El ADN de cada cromosoma posee una secuencia de nucleótidos particular, es decir, una serie de genes específicos. Cada uno de esos genes tiene una ubicación precisa en la molécula de ADN, llamada **locus**.

Todo el ADN, funcional o no, que constituye el conjunto de genes contenidos en los cromosomas de un organismo, recibe el nombre de **genoma**.

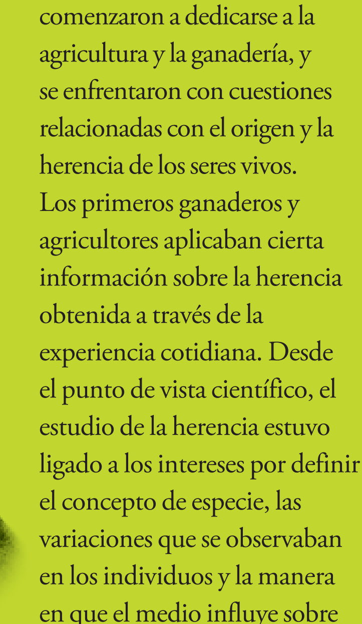
ACTIVIDADES

1. Elaboren un cuadro para comparar la estructura y la composición química de los cromosomas, los genes y el genoma.

2. Escriban un texto donde establezcan similitudes y diferencias entre los conceptos: herencia y genética.

Orígenes del estudio de los genes

TODOS LOS CONOCIMIENTOS ACERCA DE LA HERENCIA Y LA TRANSMISIÓN GENÉTICA QUE SE ACEPTAN EN LA ACTUALIDAD SE FUERON CONSTRUYENDO A LO LARGO DEL TIEMPO, GRACIAS A OBSERVACIONES DE LA VIDA COTIDIANA, EXPERIMENTOS, ESTUDIOS, DISCUSIONES, APORTES Y CONTRIBUCIONES DE FILÓSOFOS, NATURALISTAS, MÉDICOS Y HASTA PERSONAS DEDICADAS A LA CRÍA DE GANADO Y EL CULTIVO DE PLANTAS.





Gregor Mendel fue un monje austríaco que interpretó los principios de la herencia biológica destacándose, además, por sus procedimientos científicos.

La historia de la genética comienza hace mucho tiempo, cuando los humanos comenzaron a dedicarse a la agricultura y la ganadería, y se enfrentaron con cuestiones relacionadas con el origen y la herencia de los seres vivos.

Los primeros ganaderos y agricultores aplicaban cierta información sobre la herencia obtenida a través de la experiencia cotidiana. Desde el punto de vista científico, el estudio de la herencia estuvo ligado a los intereses por definir el concepto de especie, las variaciones que se observaban en los individuos y la manera en que el medio influye sobre dichas variaciones.

De las cruzas que realizaban, frecuentemente los agricultores y ganaderos obtenían plantas o animales con características diferentes a los que les habían dado origen. Con el objetivo de encontrar causas que explicaran dicha variabilidad, surgieron los primeros **hibridadores**, y a comienzos del siglo XIX ya existía la noción de que solo el cruzamiento de individuos emparentados era capaz de producir descendencia fértil. También la falta de conocimientos y las controversias acerca de la reproducción sexual de las plantas eran motivo para que varias asociaciones y academias científicas de la época plantearan concursos que premiaban a quienes resolvieran esa problemática.

Joseph Kölreuter (1733-1806) fue uno de los primeros hibridadores que realizó cruzas sistemáticas y demostró que los híbridos de la primera generación son muy semejantes entre sí y con características intermedias entre los padres; generando, sobre la base de estos resultados la idea de **herencia mezcladora**. Para esta época, las ideas con respecto a la herencia se dividían entre los que sostenían la **segregación de los caracteres**, y los que, como Kölreuter, pensaban que había **mezcla de características** en los descendientes.

Gregor Mendel (1822-1884) es considerado, sin dudas, el responsable del descubrimiento de los procesos de la herencia. No solo contaba con la experiencia de los hibridadores, sino también con conocimientos matemáticos y una manera particular de llevar a cabo investigaciones científicas, lo cual le permitió elegir con minuciosidad el objeto de estudio y las condiciones de trabajo, así como sus hipótesis y un análisis matemático pormenorizado de los resultados.

Su objetivo era poder realizar experimentos controlados sobre la herencia en las plantas. Para ello, a mediados del siglo XIX, eligió variedades que tuvieran rasgos contrastantes, que por las características de sus flores se pudieran proteger de la fecundación del polen de otras plantas de la misma especie, y que los híbridos no tuvieran ninguna disminución de su fertilidad.

A partir de esos análisis previos, decidió trabajar con 22 especies diferentes de arvejas (*Pisum sativum*). Durante varios años realizó cruzas hasta que logró líneas puras formadas por plantas que presentaban siempre las mismas características a través de sucesivas generaciones. Luego procedió a cruzar individuos de líneas puras diferentes entre sí. La cantidad de cruzas y de descendientes obtenidos fue suficiente como para que los resultados pudieran ser analizados estadísticamente.

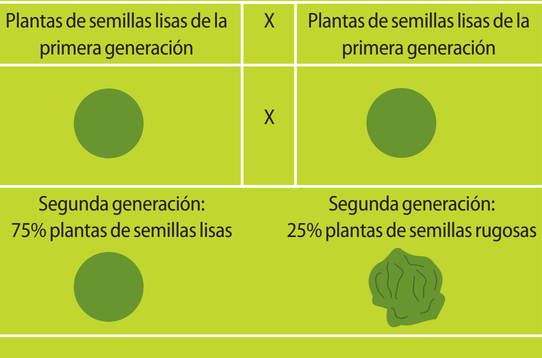
Sus trabajos tuvieron una gran importancia metodológica porque simplificó las cuestiones, no tomó en cuenta resultados que aparecían casualmente, trabajó modificando variables y realizó numerosos experimentos de comprobación. Además, el hecho de elegir determinadas características contrastantes le permitió analizar la manera en se transmite la información hereditaria observando, en primer lugar, la transmisión de una única característica y luego la de varias simultáneamente.
Uno de los experimentos que realizó Mendel consistió en cruzar plantas de semillas lisas y semillas rugosas entre sí. De esas cruzas se originaron nuevas plantas cuyas semillas eran todas lisas.
Posteriormente, tomó algunas de esas plantas resultantes de la primera cruza y las cruzó entre sí. La mayoría de las nuevas plantas tenían semillas lisas, pero, sorprendentemente, también obtuvo algunas de semillas rugosas.
Mendel explicó esta situación con las siguientes palabras:

Los experimentos con plantas han dado prueba de que los híbridos, por lo general, no son intermedios entre las especies paternas. En algunos caracteres, como la forma o el tamaño de las hojas, sí se presentan formas intermedias; pero en otros casos uno de los dos caracteres paternos predomina tanto que resulta difícil o imposible detectar el otro en el híbrido. En cada uno de los siete cruzamientos que se analizan en el presente trabajo, el carácter de los híbridos se parece tan estrechamente a una de las formas paternas que el otro, o bien escapa totalmente a la observación, o no puede detectarse con certidumbre. En esta comunicación los caracteres que se transmiten completos o sin cambio en la hibridación se llaman ***dominantes****, y los que quedan latentes* ***recesivos****. Se ha seleccionado el término "recesivo" porque los caracteres así designados desaparecen completamente en los híbridos de la primera generación, pero reaparecen sin cambios en su descendencia, como se verá más adelante. En todos los experimentos se demostró que el carácter dominante se expresa tanto si pertenece al progenitor que da la semilla como al que aporta el polen.*

En la segunda generación reaparecen, junto con los caracteres dominantes, los recesivos, y esto ocurre en una proporción completamente definida de tres a uno, de manera que cada cuatro plantas de esta generación tres presentan el carácter dominante y una el recesivo. Esto es válido para los siete caracteres que se investigaron en los experimentos. En ningún experimento se pudieron observar formas que correspondieran a mezclas de los caracteres alternos. El número que se obtuvo de cada par de caracteres fue el siguiente:

Plantas de semillas rugosas	X	Plantas de semillas lisas
	X	
Primera generación: 100% plantas de semillas lisas		

Plantas de semillas amarillas	X	Plantas de semillas verdes
	X	
Primera generación: 100% plantas de semillas amarillas		



Plantas de semillas amarillas de la primera generación	X	Plantas de semillas amarillas de la primera generación
	X	
Segunda generación: 75% plantas de semillas amarillas		Segunda generación: 25% plantas de semillas verdes

CARÁCTER	DOMINANTE	RECESIVO	PROPORCIÓN DE DOMINANTES A RECESIVOS
Forma de la semilla	5474 lisas	1850 rugosas	2,96:1
Color de la semilla	6022 amarillas	2001 verdes	3,01:1
Color de la flor	705 rojas	224 blancas	3,15:1
Forma de la vaina	882 hinchadas	299 rugosas	2,95:1
Color de la vaina	428 verdes	152 amarillas	2,81:1
Posición de las flores	651 axiales	207 terminales	3,14:1
Longitud del tallo	787 largos	277 cortos	2,84:1

Si se reúnen los resultados de todos los experimentos se encuentra, para los caracteres dominantes y recesivos, una proporción media de 2,98 a 1, o sea de 3 a 1.

Los experimentos diseñados permitieron a Mendel afirmar que la herencia de caracteres no se producía por la mezcla de los que presentaban los padres sino que, mientras algunos se manifestaban, otros quedaban ocultos. Como escribe en su trabajo, llamó **dominante** aquella característica o carácter que aparecía siempre en la **primera generación o primera filial** (**F_1**) al cruzar plantas de líneas puras; y **recesiva**, aquella característica que no aparecía en la F_1 pero que reaparecía (aunque en menor proporción) en la **segunda generación** o **segunda filial** (**F_2**), resultado de la cruza de individuos de la F_1.



Cuando Mendel realizó un análisis matemático de lo ocurrido en ambas cruzas y lo comparó con el análisis de otras características, formuló su **primera ley de la herencia** o **ley de la segregación**:

- cuando se cruzan plantas de líneas puras, de dos caracteres contrastantes, todas las plantas resultantes solo manifiestan el carácter dominante.
- cuando se cruzan plantas resultantes de la primera filial, las 3⁄4 partes tienen carácter dominante, mientras que el 1⁄4 restante presenta el carácter recesivo. Por lo cual, se dice que la relación entre ellas es de tres a uno (3:1).

En sus resultados fue muy importante que contara la totalidad de las semillas y repitiera las cruzas, analizando los datos desde el punto de vista cuantitativo y no solamente desde lo cualitativo, que era la forma de análisis más utilizada por los hibridadores.
Otros aspectos importantes de su trabajo fueron el que tomara en cuenta solo algunos caracteres de manera aislada y la verificación de que la herencia no se produce por la mezcla de caracteres, sino por una separación o **segregación** de los caracteres.

Los experimentos anteriores permiten explicar cómo se hereda una característica. Mendel también investigó cuáles serían los resultados si estudiaba más de una característica simultáneamente. Describe los resultados en el siguiente texto:

En los experimentos descriptos hasta ahora se emplearon plantas que diferían solamente en un carácter esencial. Enseguida se examinó si la ley descubierta en estos híbridos era aplicable cuando se toma en cuenta un par de caracteres diferenciales. En estos casos los experimentos demostraron que los híbridos se

aproximan más al progenitor que tiene mayor número de caracteres dominantes. Así, por ejemplo, si la planta productora de las semillas tiene tallo corto, flores terminales blancas y vainas hinchadas, y la planta productora de polen tiene tallo largo, flores rojas axiales y vainas rugosas, el híbrido se parecería al progenitor productor de la semilla solo en que presentaría vainas hinchadas, mientras que en los otros caracteres se asemejaría al progenitor productor del polen.

*Para facilitar el análisis de los datos de estos experimentos los caracteres dominantes se indicarán con letras mayúsculas **A**, **B**, **C**, y los recesivos por **a**, **b**, **c**; las formas híbridas serán **Aa**, **Bb** y **Cc**.*

*En el primer experimento, el progenitor con los caracteres dominantes era (**AB**), porque sus semillas eran amarillas (**A**) y lisas (**B**), mientras que el otro progenitor con caracteres recesivos (**ab**) tenía semillas verdes (a) y rugosas (b). Las semillas fecundadas resultaron lisas y amarillas, como las del progenitor dominante. Las desarrolladas después produjeron semillas de cuatro clases.*

A partir de los resultados de estos experimentos Mendel formuló su **segunda ley de la herencia** o **ley de la segregación independiente**:

- cada pareja de caracteres diferenciales se segrega o separa independientemente de los otros caracteres que presentan los progenitores originales.

Plantas de semillas amarillas y lisas	X	Plantas de semillas verdes y rugosas
AB	X	ab
	X	
Primera generación: 100% plantas de semillas amarillas y lisas		
AaBb		

Plantas de semillas amarillas y lisas de la primera generación		X	Plantas de semillas amarillas y lisas de la primera generación	
AaBb		X	AaBb	
		X		
315 plantas de semillas amarillas y lisas	101 plantas de semillas amarillas y rugosas		108 plantas de semillas verdes y lisas	32 plantas de semillas verdes y rugosas
AB	Ab		aB	ab



1. La elección del material a utilizar como modelo de estudio en una investigación es crucial para cualquier científico o grupo de investigadores, ya que de ella depende en parte el éxito de la misma. Analicen en cada caso, qué ventajas/desventajas habría encontrado Mendel si hubiera utilizado como material de estudio los siguientes organismos: perros, robles, bacterias y huemules.

2. Investiguen qué organismos se utilizan actualmente en las investigaciones genéticas y por qué se los elige como modelos de estudio.

3. Un antecesor de los experimentos de Mendel, fue el agrónomo Agustín Sageret, cuyo objetivo no era conocer los mecanismos de la herencia, sino comprender el concepto de especie. Para ello utilizó una especie de melón (*Camelis melo*), seleccionando cinco características contrastantes:

- color de la pulpa del fruto: amarilla o blanca
- color de las semillas: amarillas o blancas
- aspecto de la cáscara del fruto: bordado o liso
- forma de las acanaladuras del fruto: muy pronunciadas o poco pronunciadas
- sabor del fruto: dulce o ácido.

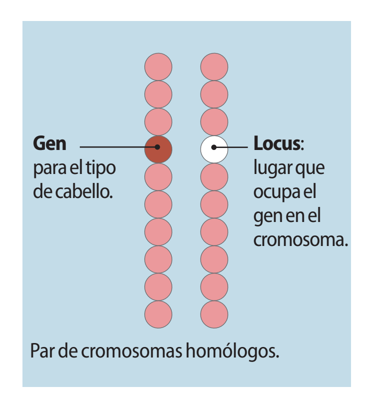
De la cruza de plantas con dichas características, Sageret esperaba obtener híbridos que presentaran características intermedias entre ambos caracteres. Pero, para su sorpresa, obtuvo plantas con frutos de pulpa amarilla, semillas blancas, cáscara de aspecto bordado, acanaladuras muy pronunciadas y sabor ácido.

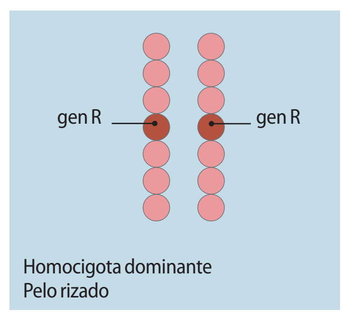
a. ¿Qué diferencias pueden deducir entre el problema que motivó el trabajo de Sageret y el de Mendel?

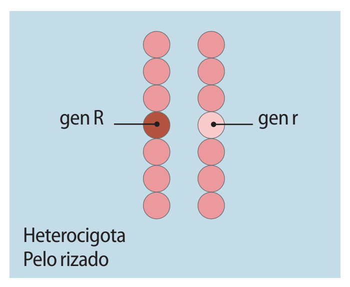
b. ¿Qué hipótesis implícita tenía Sageret acerca de la herencia?

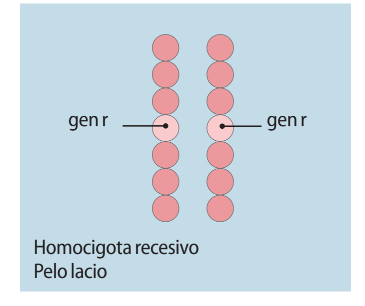
c. ¿A qué atribuyen la hipótesis de Sageret?

d. A partir de las leyes de Mendel, ¿cómo podrían explicar los resultados de Sageret?









Alternativas de herencia para el par de genes que informan sobre el tipo de cabello.

Además del tipo de pelo, se conocen otros ejemplos de rasgos humanos cuya herencia depende de un par de alelos. Si bien los fenotipos ejemplificados son todas variantes que pueden observarse directamente, hay otros que no lo son, como el grupo sanguíneo o la capacidad para producir una enzima específica.

Herencia mendeliana

Actualmente, con el conocimiento que se tiene acerca de los genes y los procesos hereditarios, es posible dar nuevas y más adecuadas interpretaciones a los resultados obtenidos y las leyes formuladas por Mendel.

Hoy se sabe que al unirse las dos células sexuales o gametas, la cigota resultante hereda los cromosomas del óvulo, portadores de los genes maternos, y los cromosomas del espermatozoide, portadores de los genes paternos.

Si se considera una característica hereditaria, como por ejemplo el *tipo de cabello*, todo individuo **diploide** recibe dos genes para ese rasgo: uno de origen materno y otro de origen paterno.

Se denominan **alelos** los genes que codifican para variantes de un mismo rasgo; en este ejemplo: *tipo de cabello*. Los alelos ocupan el mismo lugar o **locus** en el par de cromosomas homólogos.

El par de genes para un mismo rasgo (alelos) no necesariamente informan para la misma variante. Por ejemplo, el alelo de un progenitor puede portar la información para *pelo rizado*, y el alelo del otro progenitor informar para *pelo lacio*.

Si un individuo recibe un alelo distinto de cada progenitor, en general solo se expresa uno de ellos, mientras que el otro queda enmascarado. El gen que se expresa se llama **alelo dominante**, y se le asigna por convención una letra mayúscula de imprenta. El gen enmascarado por los efectos del otro se denomina **alelo recesivo**, y se le asigna la misma letra, en minúscula.

En los humanos, la característica *pelo rizado* es dominante (R) y la variante *pelo lacio* es recesiva (r). Teniendo en cuenta el tipo de alelo heredado, un individuo puede resultar:

GENOTIPOS		FENOTIPOS
homocigota dominante	RR	pelo rizado
heterocigota	Rr	pelo rizado
homocigota recesivo	rr	pelo lacio

Alternativas de genotipos y fenotipos para el par de genes que informan sobre el tipo de cabello.

- **homocigota dominante**: cuando recibe los dos alelos dominantes (**RR**). Esta combinación genética se expresará en el individuo como *pelo rizado*;
- **heterocigota**: cuando recibe un alelo dominante y otro recesivo (**Rr**). El individuo que hereda esta combinación genética tendrá el *pelo rizado*; u
- **homocigota recesivo**: cuando recibe los dos alelos recesivos (**rr**). Dicha combinación se expresará en el individuo como *pelo lacio*.

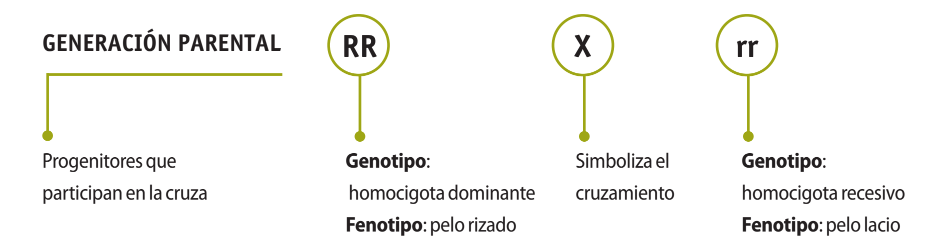
La constitución genética recibida por el individuo se denomina **genotipo**, mientras que el carácter manifestado por esta combinación de alelos se llama **fenotipo**.

La manifestación de un rasgo no solo depende del genotipo, sino también de la influencia del ambiente: si a dos individuos genéticamente idénticos (clones o gemelos) se los somete a dietas diferentes, es probable que desarrollen tallas y contexturas físicas distintas.

CARACTERÍSTICA	VARIEDAD DOMINANTE	VARIEDAD RECESIVA
Tipo de pelo	rizado	lacio
Pulgar del pie	curvo	recto
Lóbulo de la oreja	libre	pegado
Nacimiento del pelo	en pico	recto
Plegamiento de la lengua	capacidad para plegarla	incapacidad para plegarla
Pecas	presencia	ausencia
Vello en la segunda falange de los dedos de las manos	presencia	ausencia
Visión	miopía	normal

HERENCIA DE UN PAR DE ALELOS

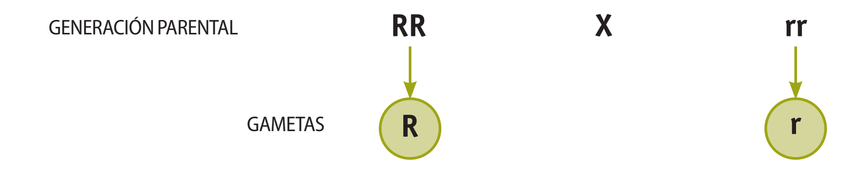
Los especialistas en Genética han desarrollado una metodología para analizar y resolver cruzamientos de individuos. Si se continúa con el ejemplo de la característica *tipo de cabello*, su herencia se registra de la siguiente manera:



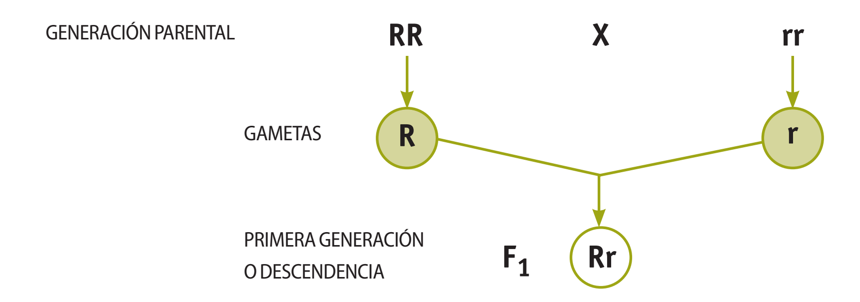
Registrada la generación parental, luego se representan las probables gametas de cada progenitor que interviene en la cruza. Para ello se debe recordar que:

- las gametas se generan por meiosis;
- los alelos ubicados en un par de homólogos se separan en la anafase I; y
- un solo alelo del par integrará la gameta de cada progenitor.

Si bien por cada célula que inicia la meiosis se obtienen cuatro células hijas, se indicará solamente el tipo de gameta obtenida y no la cantidad.



Una vez indicadas las gametas posibles, se representa su fecundación al azar, estableciéndose todas las combinaciones de alelos posibles en la primera descendencia o **filial 1** (**F_1**):



Finalmente, se analizan los resultados de la F_1. En este caso, cada hijo presenta:

GENOTIPO	FENOTIPO
100% de probabilidades de ser heterocigota .	100% de probabilidades de tener pelo rizado.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

- Los humanos somos genéticamente idénticos en un 99,9 %.
- Solo el 30% del genoma humano está compuesto por genes.
- Las levaduras tienen 6000 genes; la mosca de la fruta 14 000; y los humanos y los ratones alrededor de 30 000.
- La diferencia entre el genoma de un humano y un chimpancé es de 2 %.
- Una persona de piel blanca puede compartir mucho más ADN con un africano de color, que con otra persona del mismo color de piel.



1. Lean la información de la tabla de la página anterior y averigüen cuántos de sus compañeros tienen cada una de las variedades citadas. Registren los datos en una tabla, calculen los porcentajes sobre el total de compañeros del curso.

2. Una pareja tiene un hijo albino, pero no se explica cómo puede haber sucedido esto si ambos padres tienen pigmentación normal. Expliquen este hecho teniendo en cuenta que el gen que determina el albinismo es recesivo. ¿Es posible que la misma pareja tenga en el futuro hijos de pigmentación normal?

¿Cómo resultará la herencia para el mismo rasgo cuando se cruzan dos individuos de la F_1?

GENERACIÓN PARENTAL **Rr** **X** **Rr**

Si bien los dos alelos se separan durante la meiosis, a las gametas resultantes puede migrar el alelo R o el alelo r. Por lo tanto, cada progenitor genera dos tipos de gametas.

GENERACIÓN PARENTAL **Rr** **X** **Rr**

GAMETAS **R** **r** **R** **r**

Cualquier espermatozoide del padre puede fecundar un óvulo de la madre. Por lo tanto, deben representarse todas las posibles combinaciones de alelos en supuestas cigotas.

GENERACIÓN PARENTAL **Rr** **X** **Rr**

GAMETAS **R** **r** **R** **r**

F_2 **RR** **Rr** **Rr** **rr**

ACTIVIDADES

1. La raza Holstein de ganado vacuno tiene pelaje de color negro y blanco. Un macho de esta raza, llamado Charlie y usado como semental, costó unos 100 000 dólares a los ganaderos. Toda la descendencia de Charlie mostró un aspecto similar al padre, pero cuando se cruzaron algunas parejas de esta descendencia, alrededor del 25% de los descendientes fueron rojos y blancos. A partir de estos resultados, el toro Charlie fue eliminado del libro de inscripciones de la raza Holstein. Expliquen y justifiquen la decisión.

Se analizan los genotipos y fenotipos resultantes de la segunda generación o **filial 2** (**F_2**). Las probabilidades para cada combinación genética son:

GENOTIPOS	25% de probabilidades de ser homocigota dominante	Relación 1:2:1
	50% de probabilidades de ser heterocigota	
	25% de probabilidades de ser homocigota recesivo	
FENOTIPOS	75% de probabilidades de expresar pelo rizado	Relación 3:1
	25% de probabilidades de expresar pelo lacio	

La primera ley de Mendel hoy
A partir de los datos obtenidos por Mendel y de los conocimientos actuales, la Genética ha reinterpretado y reformulado su **ley** o **principio de la segregación**:
"Cuando un individuo origina gametas, los alelos se separan o **segregan** independientemente, de manera tal que cada célula sexual recibe uno solo del par de genes."

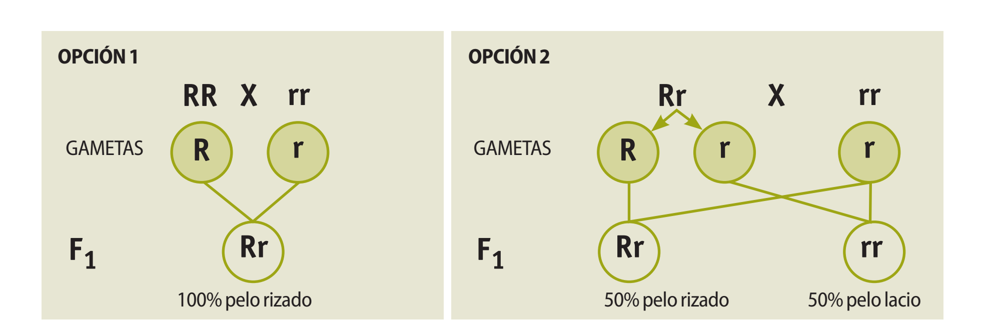
Si un individuo tiene *pelo lacio*, se puede predecir su genotipo, ya que éste solo se manifiesta si el individuo es homocigota recesivo (**rr**). En cambio, si un individuo tiene *pelo rizado*, no puede predecirse con certeza su genotipo, ya que éste puede ser homocigota dominante (**RR**) o heterocigota (**Rr**).

Para determinar cuál es la combinación de alelos de un genotipo incógnita, se realiza el **cruzamiento de prueba**, que consiste en reproducir el individuo con fenotipo dominante (genotipo desconocido), con un individuo homocigota recesivo (genotipo conocido).

Si el 100% de la descendencia expresa el fenotipo correspondiente al alelo dominante (pelo rizado), es muy probable que el individuo incógnita sea homocigota dominante. Si, por el contrario, aparece descendencia que expresa el fenotipo correspondiente al alelo recesivo (pelo lacio), se puede asegurar que el individuo incógnita es heterocigota para ese rasgo.

La **retrocruza** es un cruzamiento de prueba entre un híbrido F_1 y el individuo homocigota recesivo de la generación parental.

GENERACIÓN PARENTAL **R?** **X** **rr**



Para establecer el tipo de gameta que cada progenitor puede generar, debe recordarse que:
- las gametas se generan por meiosis;
- los alelos ubicados en todos los pares de homólogos se separan en la anafase I; y
- la gameta está integrada por un solo alelo de cada par. En este ejemplo, un alelo que codifica el tipo de cabello y otro que codifica su forma de nacimiento. Si bien por cada célula que inicia la meiosis se obtienen cuatro células hijas, se indicará solamente el tipo de gameta obtenida y no la cantidad.

HERENCIA DE DOS O MÁS PARES DE ALELOS Un individuo no hereda un único par de alelos: la herencia es simultánea para todo el genoma. Cuando se analiza la herencia de dos caracteres codificados por pares de genes diferentes entre sí, debe tenerse en cuenta si dichos alelos se ubican en el mismo o en distintos pares de cromosomas homólogos. Si dos pares de genes se encuentran situados en pares de cromosomas homólogos diferentes entre sí, como es el caso de los caracteres *tipo de cabello* y *nacimiento del cabello*, la herencia de los mismos se plantea de la siguiente manera:

GENERACIÓN PARENTAL **RREE** **X** **rree**

Fenotipo: cabello rizado y nacimiento en punta. — Fenotipo: cabello lacio y nacimiento recto.

GENERACIÓN PARENTAL **RREE** **X** **rree**

GAMETAS **RE** **re**

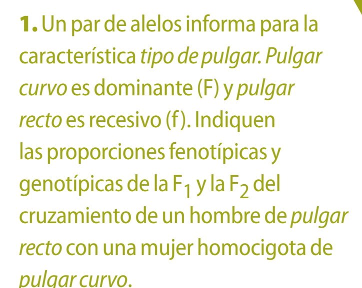
GENERACIÓN PARENTAL **RREE** **X** **rree**

GAMETAS **RE** **re**

PRIMERA GENERACIÓN O DESCENDENCIA F_1 **RrEe**

Se analizan los genotipos y fenotipos de la cruza o F_1. Cada hijo tiene las siguientes probabilidades:

GENOTIPOS	FENOTIPOS
100% de probabilidades de ser heterocigota para ambos rasgos.	100% de probabilidades de tener pelo rizado y nacimiento del cabello en punta.



1. Un par de alelos informa para la característica *tipo de pulgar. Pulgar curvo* es dominante (F) y *pulgar recto* es recesivo (f). Indiquen las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_1 y la F_2 del cruzamiento de un hombre de *pulgar recto* con una mujer homocigota de *pulgar curvo*.

2. En los humanos la piel pecosa es codificada por un alelo dominante (P). El alelo recesivo (p) informa para ausencia de pecas. Otro par de alelos informa para el lóbulo de la oreja libre (D) y pegado (d). Indiquen las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendecia entre dos padres pecosos con lóbulo libre, uno homocigota dominante y el otro heterocigota para ambos caracteres.

3. La miopía es una disfunción visual codificada por un alelo dominante (M), el alelo recesivo (m) informa para visión normal. Una pareja miope tienen un hijo de visión normal. Indiquen el genotipo de los padres y del niño.

¿Cómo resultará la herencia para los mismos rasgos entre dos individuos de la F_1?

GENERACIÓN PARENTAL	RrEe	X	RrEe
GAMETAS	RE, Re, rE, re		RE, Re, rE, re

La segunda ley de Mendel hoy

A partir de los datos obtenidos por Mendel y de los conocimientos actuales, la Genética ha reinterpretado y reformulado su **ley** o **principio de segregación independiente**:

"Durante la meiosis, los dos alelos de un gen determinado se distribuyen o segregan de manera independiente de los dos alelos de otro gen. Este fenómeno ocurre solo si los dos genes se encuentran en cromosomas diferentes."

Durante la meiosis, los cromosomas homólogos portadores de los genes para el tipo de cabello se ubican en el plano ecuatorial y migran hacia polos opuestos de manera independiente de como lo hacen los cromosomas homólogos que portan los genes para el nacimiento del cabello. Este comportamiento independiente de los cromosomas homólogos determina que un individuo heterocigota para ambos rasgos pueda generar cuatro clases de gametas diferentes, ya que la combinación de alelos es azarosa.

Una forma práctica de representar las posibles fecundaciones es el **cuadrado de Punnett**. Al cruzar las gametas femeninas y masculinas aparecen en las intersecciones los probables descendientes de esta cruza:

Gametas	RE	Re	rE	re
RE	RREE	RREe	RrEE	RrEe
Re	RREe	RRee	RrEe	Rree
rE	RrEE	RrEe	rrEE	rrEe
re	RrEe	Rree	rrEe	rree

Se analizan los genotipos y fenotipos resultantes de la F_2. Cada hijo presenta las siguientes probabilidades:

FENOTIPOS
9/16 probabilidades de expresar pelo rizado y nacimiento en punta.
3/16 probabilidades de expresar pelo rizado y nacimiento recto.
3/16 probabilidades de expresar pelo lacio y nacimiento en punta.
1/16 probabilidades de expresar pelo lacio y nacimiento recto.
Relación 9:3:3:1

GENOTIPOS
1/16 probabilidades de ser RREE
2/16 probabilidades de ser RREe
1/16 probabilidades de ser RRee
2/16 probabilidades de ser RrEE
4/16 probabilidades de ser RrEe
2/16 probabilidades de ser Rree
1/16 probabilidades de ser rrEE
2/16 probabilidades de ser rrEe
1/16 probabilidades de ser rree



1. Una pareja está preocupada porque padece enfermedades de origen genético y se entera de que las mismas pueden ser transmitidas a sus hijos. El hombre tiene cataratas (pero su padre tenía ojos normales) y la mujer tiene huesos excesivamente frágiles (aunque su padre tenía huesos normales). Ambas afecciones parecen depender de genes dominantes, ubicados en cromosomas diferentes.

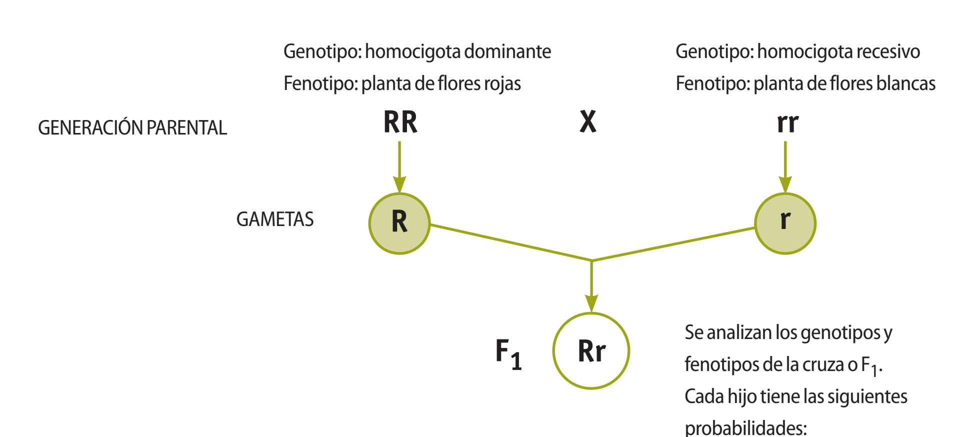
- ¿Hay probabilidades de que sus hijos padezcan alguna de esas enfermedades?
- ¿Es posible que alguno de sus hijos tenga ambas enfermedades?

Herencia no mendeliana

Cuando se definieron las características de individuos homocigotas dominantes y heterocigotas para la misma característica, se afirmó que su genotipo es diferente, pero que tienen fenotipos idénticos. Sin embargo, hay excepciones a esta regla. Cuando esto sucede, las proporciones fenotípicas señaladas (3:1 para los cruzamientos de un carácter; 9:3:3:1 para los de dos características) no son las mismas; por ello a estos casos se los clasifica como **herencia no mendeliana**.

DOMINANCIA INCOMPLETA

En algunos caracteres determinados por un par de alelos, el fenotipo de los individuos heterocigotas es un intermedio entre los fenotipos dominante y recesivo. El alelo dominante ejerce una **dominancia incompleta** sobre el alelo recesivo. Este fenómeno puede observarse en las plantas llamadas "don Diego de noche" (*Mirabilis jalapa*), cuyas flores presentan tres fenotipos para el color, rojo (**RR**), rosado (**Rr**) y blanco (**rr**).



GENOTIPO	FENOTIPO
100% de probabilidades de ser heterocigota	100% de probabilidades de ser planta de flores rosadas

Es importante señalar que este tipo de herencia no ocurre por "mezcla" de alelos; la segregación de los mismos es siempre independiente. Sin embargo, en muchos casos, el tener los dos alelos dominantes implica la producción de mayor cantidad de proteína que al tener solo uno, y por lo tanto, en el caso de los heterocigotas, el fenotipo dominante se atenúa, dando como resultado uno intermedio, entre el dominante y el recesivo. En este caso, las proporciones fenotípicas y genotípicas son iguales.

CODOMINANCIA

En otras ocasiones, ambos alelos tienen la capacidad de producir proteínas, aunque diferentes. Por esta razón, no es posible hablar de alelos dominantes y recesivos, ya que en el fenotipo del heterocigota se expresan ambos alelos, tanto el dominante como el recesivo, son **codominantes**. Es decir, producen tanto la proteína codificada por el alelo dominante, como la del alelo recesivo, determinando un fenotipo heterocigota de características diferentes a los fenotipos dominante y recesivo. En este caso, también las proporciones fenotípicas coinciden con las proporciones genotípicas.

Un ejemplo de este tipo de herencia ocurre con el color del pelaje del ganado raza Shortorn. El genotipo $\mathbf{C^RC^R}$ produce color rojo; el genotipo $\mathbf{C^rC^r}$, color blanco; y el heterocigota $\mathbf{C^RC^r}$, fenotipo roano (mezcla de rojo y blanco).

En este caso, la simbología es diferente a la utilizada en los casos anteriores, debido a que no hay alelos dominantes y recesivos. Por ello, se coloca una letra imprenta mayúscula (**C**) con distintos superíndices para cada alelo ($\mathbf{C^RC^r}$).

ACTIVIDADES

1. En una especie de planta el color de las flores puede ser azul, celeste o blanco. El fenotipo azul está determinado por un gen de dominancia incompleta. Lo mismo ocurre con el borde de sus hojas, en las que el fenotipo dominante es liso, el recesivo es rugoso y en las plantas heterocigotas se observa un borde intermedio.

- ¿Qué resultados se obtendrán si se cruza una planta de flores azules y borde intermedio con una blanca de borde liso?
- ¿Y si se cruza una de flores celestes y borde liso con una blanca de bordes rugosos?



ALELOS MÚLTIPLES

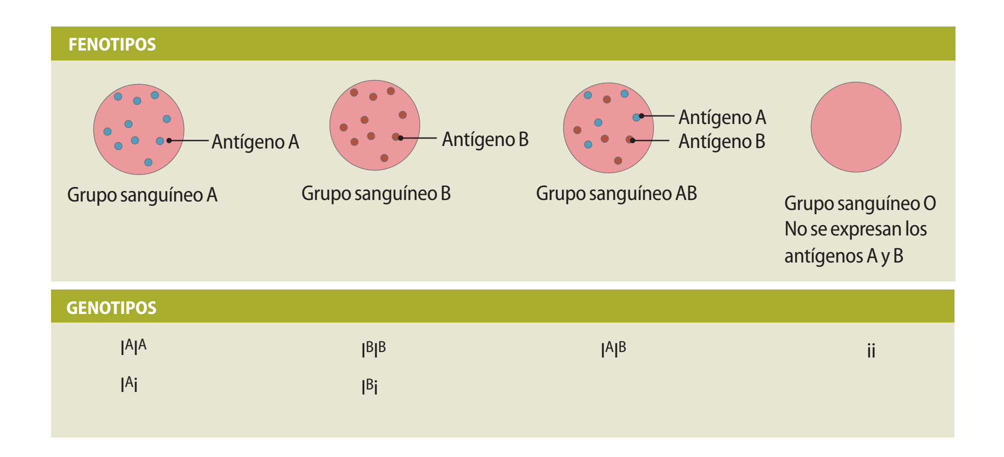
En una población, no siempre un rasgo está codificado por un par de alelos: existen casos de **alelos múltiples**.

En los humanos la herencia del *grupo sanguíneo* depende de tres alelos presentes en la población, aunque cada individuo diploide solo herede una combinación de dos de ellos:

- Alelo I^A = dominante;
- Alelo I^B = dominante; y
- Alelo i = recesivo.

Los alelos I^A / I^B que codifican para grupos sanguíneos **A** y **B**, respectivamente, son **codominantes**: si un individuo hereda ambos alelos, ambos se expresan.

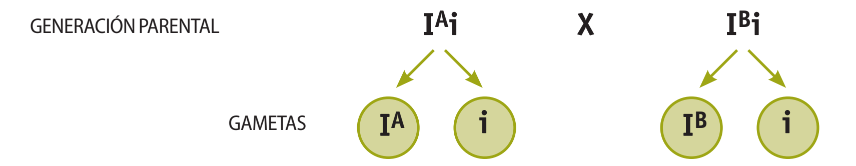
La expresión de estos genes se manifiesta por la presencia de antígenos distintos: A y B, en las membranas de los glóbulos rojos. Ambos antígenos aparecen en los glóbulos del tipo sanguíneo AB. El alelo **i** determina la ausencia de estas moléculas. Esto último caracteriza al tipo sanguíneo conocido como "cero".

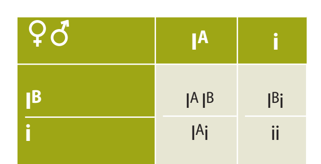


GENOTIPOS			
I^AI^A	I^BI^B	I^AI^B	ii
I^Ai	I^Bi		

¿Qué grupo sanguíneo podría heredar la descendencia de una cruza entre un padre de grupo A y una madre de grupo B, ambos heterocigotas para el rasgo?

GENERACIÓN PARENTAL





♀♂	I^A	i
I^B	$I^A I^B$	I^Bi
i	I^Ai	ii

Representación de las posibles combinaciones de gametas en el cuadrado de Punnett.



FENOTIPOS	
	1⁄4 o 25% de probabilidades de heredar grupo sanguíneo AB
	1⁄4 o 25% de probabilidades de heredar grupo sanguíneo A
	1⁄4 o 25% de probabilidades de heredar grupo sanguíneo B
	1⁄4 o 25% de probabilidades de heredar grupo sanguíneo O

Si se analizan los resultados de la cruza, estos serían los probables fenotipos de cada hijo.

ACTIVIDADES

1. Si el grupo sanguíneo de un padre es O... ¿puede tener un hijo de grupo A? Justifiquen su respuesta indicando posibles genotipos de cada uno.

2. Suponiendo que el hijo tuviera un accidente y necesitara dadores de sangre, su padre ¿podría ser donador? ¿Por qué?

3. ¿Qué grupo sanguíneo podrían heredar los hijos de una pareja cuyo padre es I^AI^A y cuya madre es I^AI^B?

- grupos A y B.
- grupos A y AB.
- grupos A y O.
- grupos B y O.

HERENCIA DE LOS GENES LIGADOS E INDEPENDIENTES Como se explicó en el capítulo anterior, cada cromosoma está constituido por una gran número de genes. Aquellos que ocupan diferentes lugares o **loci** (plural de locus) del mismo cromosoma se denominan **genes ligados**.

Los genes ligados se heredan en forma conjunta porque durante la meiosis, los cromosomas homólogos se separan y se dirigen como unidades hacia los polos opuestos. Entonces, todos los genes que constituyen uno de los cromosomas del par homólogo quedan en una gameta, y los del otro homólogo quedan en una gameta diferente.

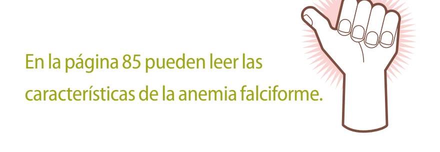
La transmisión de genes que no están en el mismo cromosoma se denomina **herencia independiente**.

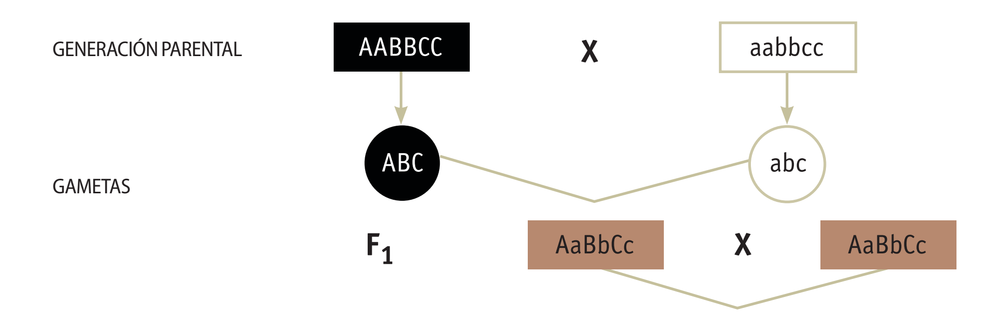
De la herencia de genes ligados y de genes independientes se obtienen proporciones genotípicas y fenotípicas diferentes entre sí.

HERENCIA POLIGÉNICA En la herencia de algunos rasgos, varios pares de genes independientes actúan aditivamente, es decir, suman sus efectos. La **herencia poligénica** es característica en la transmisión de muchos caracteres humanos como el peso, la forma corporal, la altura, el color de la piel.

Si se supone que el color de la piel está codificado por tres genes independientes, la primera generación de una cruza de un individuo de piel muy oscura (AABBCC) con otro de piel muy clara (aabbcc) tendría un color intermedio (AaBbCc) porque esos alelos tienen efecto aditivo.

La cruza entre dos individuos de piel de color intermedio (AaBbCc) podría dar como resultado una gran variedad de gamas en la segunda generación.
Pero el color de la piel de las personas también se altera por efectos ambientales, como el bronceado por el sol. Sin embargo, estos efectos no son hereditarios.


En la página 85 pueden leer las características de la anemia falciforme.



	ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	aBc	abC	abc
ABC	AABBCC	AABBCc	AABbCC	AaBBCC	AABbCc	AaBBCc	AaBbCC	AaBbCc
ABc	AABBCc	AABBcc	AABbCc	AaBBCc	AABbcc	AaBBcc	AaBbCc	AaBbcc
AbC	AABbCC	AABbCc	AAbbCC	AaBbCC	AAbbCc	AaBbCc	AabbCC	AabbCc
aBC	AaBBCC	AaBBCc	AaBbCC	aaBBCC	AaBbCc	aaBBCc	aaBbCC	aaBbCc
Abc	AABbCc	AABbcc	AAbbCc	AaBbCc	AAbbcc	AaBbcc	AabbCc	Aabbcc
aBc	AaBBCc	AaBBcc	AaBbCc	aaBBCc	AaBbcc	aaBBcc	aaBbCc	aaBbcc
abC	AaBbCC	AaBbCc	AabbCC	aaBbCC	AabbCc	aaBbCc	aabbCC	aabbCc
abc	AaBbCc	AaBbcc	AabbCc	aaBbCc	Aabbcc	aaBbcc	aabbCc	aabbcc

Modelo de herencia poligénica para el color de la piel.

Pleiotropía
Ciertos pares de genes pueden codificar varios rasgos simultáneamente.
Los genes que ejercen efecto sobre distintos caracteres se denominan **pleiotrópicos**.
La anemia falciforme es un ejemplo de pleiotropía en humanos. En la mayoría de los casos esta afección se manifiesta en individuos homocigotas para el alelo de la anemia falciforme.
La mayoría de las personas heterocigotas no padecen esta anemia; sin embargo, en algunos pocos casos pueden manifestarla.

Morgan y sus moscas

A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX, CUANDO SE REDESCUBRIERON LAS LEYES DE MENDEL, YA SE CONOCÍAN LOS PROCESOS DE DIVISIÓN CELULAR Y LA FECUNDACIÓN. CON ESTOS CONOCIMIENTOS SE PUDO ESTABLECER UNA RELACIÓN ENTRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS GENES, TAL COMO LO HABÍA DESCRITO MENDEL, Y EL DE LOS CROMOSOMAS. ASÍ, SE ESTABLECIÓ LA TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA, SEGÚN LA CUAL LOS CROMOSOMAS SON LOS PORTADORES DE LOS GENES.

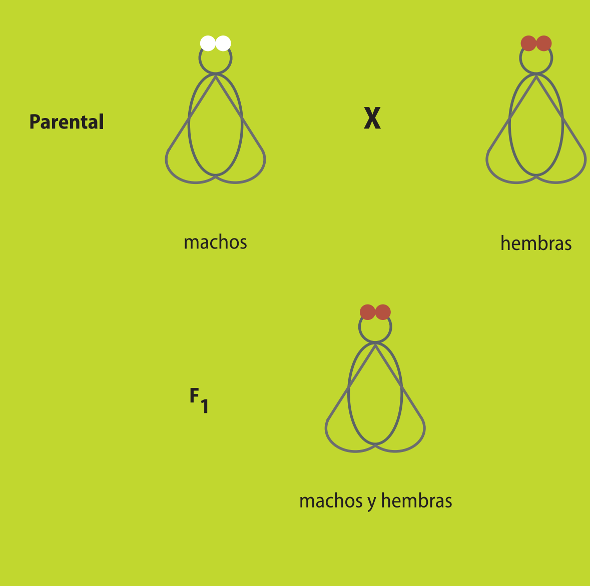
En 1909, el biólogo estadounidense Thomas Hunt Morgan (1866-1945), quien descreía de los estudios de Mendel, usó la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* como modelo de estudio. Desde entonces, este insecto ha sido uno de los modelos biológicos más usados y ha posibilitado la obtención de importantes conocimientos en el campo de la Genética.

El éxito de *Drosophila* como modelo de estudio se debe a una serie de características: es un organismo de gran complejidad, que puede –en algunos aspectos– compararse al organismo humano; es de tamaño pequeño, lo cual permite que pueda ser manipulada con facilidad y que no requiera grandes costos de mantenimiento; su tiempo de generación es corto (unos 10 días aproximadamente); tiene solo cuatro cromosomas, con unos 13 600 genes y actualmente existe gran cantidad de mutantes registrados, desde las moscas de ojos blancos, descubiertas por Morgan, hasta moscas sin alas o con ojos funcionales en las patas.

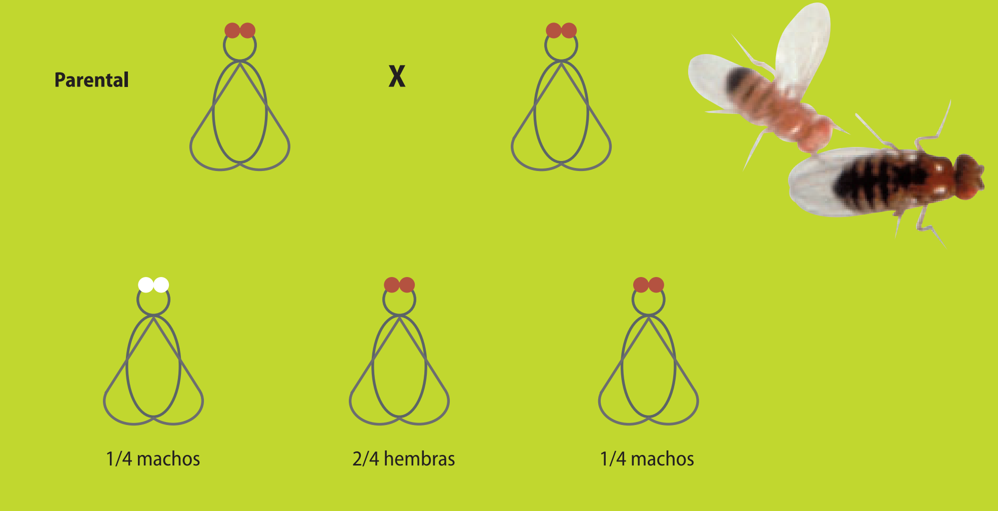
Una de las características usadas por Morgan en sus investigaciones, fue el color de los ojos de estas moscas. Observó que muchas tenían ojos rojos, fenotipo al que denominó *normal* o *salvaje*. Pero en algunas ocasiones encontró moscas macho con ojos blancos.

Para interpretar este fenómeno, Morgan realizó cruzamientos entre hembras de ojos rojos y machos de ojos blancos. Obtuvo de la cruza una F_1 compuesta por moscas de ojos rojos.

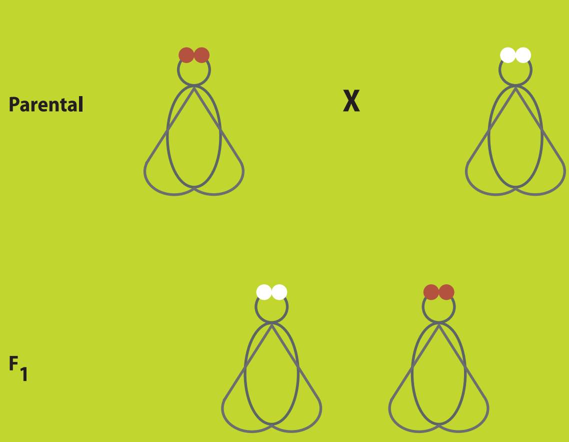




Pero al realizar cruzas entre machos y hembras de la F_1, del total de las moscas nacidas, aproximadamente 1⁄4 eran machos de ojos blancos y, los 3⁄4 de individuos restantes tenían ojos rojos, pero 2/4 eran hembras y 1⁄4 eran machos.



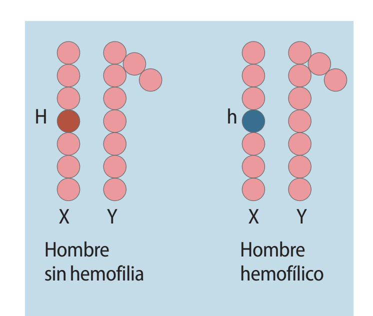
En otros estudios, Morgan cruzó hembras de ojos blancos con machos de ojos rojos y obtuvo hembras de ojos rojos y machos de ojos blancos.



Estos resultados, llevaron a Morgan a replantear su postura con respecto a los estudios de Mendel y a la teoría cromosómica de la herencia, ya que, evidentemente, el color de los ojos estaba relacionado con el sexo de las moscas: en *Drosophila*, el gen del color de ojos está localizado en el cromosoma X. Morgan descubrió que había otros genes que no se comportaban según la segunda ley de Mendel. Comprendió que los genes ubicados en un mismo cromosoma se comportan como si fueran uno solo y que cuanto más cerca estén entre sí, mayores probabilidades tienen de heredarse juntos.
De esta manera pudo establecer los principios del "ligamiento" entre genes.
Sin embargo, en algunas cruzas aparecían separadas las características investigadas. La única explicación para este fenómeno era que los cromosomas pudieran "partirse", rompiendo el ligamiento entre los genes. Morgan había descubierto no solo el ligamiento, sino también el proceso que puede romperlo. Al intercambio de información entre cromosomas homólogos se lo denominó entrecruzamiento genético, en inglés, *crossing-over*
Por otra parte, si el entrecruzamiento tiene probabilidades de tener lugar tanto en un punto como en el otro a lo largo del cromosoma, cuanto más cerca estén los dos pares de genes tanto menor será la probabilidad de que se crucen entre ellos. Esta suposición ha permitido suponer el lugar que ocupan los genes en los cromosomas y ha sido utilizado para realizar los primeros mapeos cromosómicos.
Por sus descubrimientos sobre el papel de los cromosomas en la herencia, Morgan obtuvo el Premio Nobel en 1933.

HERENCIA LIGADA AL SEXO

En los humanos, los rasgos hasta aquí analizados son codificados por genes ubicados en **autosomas**, es decir, en los 22 pares que no determinan el sexo y se encuentran tanto en los varones como en las mujeres. A continuación se explicará la herencia de genes ubicados en un determinado sector del **cromosoma sexual X**, y por esto denominada **herencia ligada al sexo**.



La **hemofilia A** es una enfermedad hereditaria recesiva ligada al sexo que se presenta como un trastorno en la coagulación sanguínea. Los individuos hemofílicos sangran excesivamente cuando se lastiman porque no heredaron el gen que regula la producción de una proteína, el **factor VIII**, que interviene en dicho proceso.

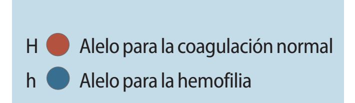
En la actualidad, a las personas con hemofilia A se les administra factor VIII de sangre humana o del obtenido por ingeniería genética.

En los varones, el alelo para coagulación se encuentra representado una sola vez porque ellos poseen un único cromosoma X. Por eso se considera que los varones son **hemicigotas** para los rasgos ligados al sexo. Si el cromosoma X lleva el alelo recesivo para hemofilia, el individuo será hemofílico.

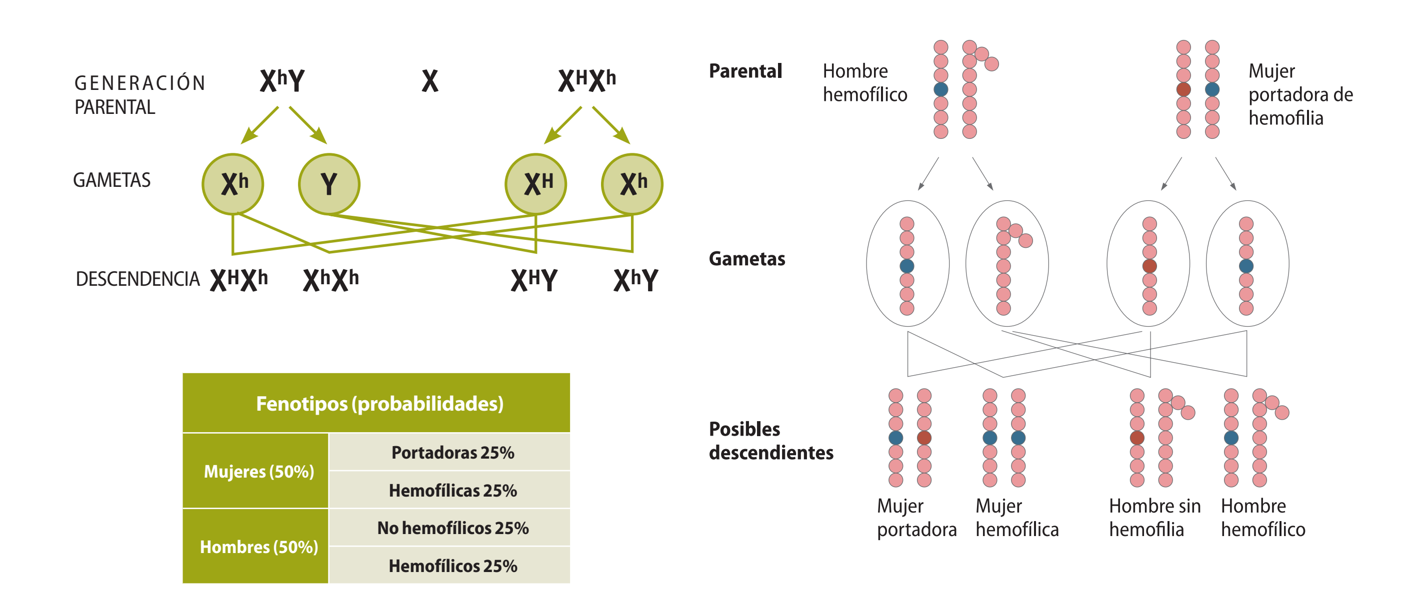
H H X X Mujer sin hemofilia — H h X X Mujer portadora de hemofilia — h h X X Mujer hemofílica

Como las mujeres tienen dos alelos (uno en cada cromosoma X), heredan una de las tres combinaciones posibles:

- dos alelos para coagulación normal;
- un alelo para coagulación normal y otro para hemofilia (en este caso no padece la enfermedad pero es portadora de la misma); o
- dos alelos para hemofilia.



Para expresar los resultados de una cruza, por ejemplo, entre un hombre hemofílico y una mujer portadora, es conveniente representar los alelos sobre los cromosomas sexuales.



Fenotipos (probabilidades)	
Mujeres (50%)	Portadoras 25%
	Hemofílicas 25%
Hombres (50%)	No hemofílicos 25%
	Hemofílicos 25%

Los resultados de la cruza expresan que si nace una niña, hay un 50% de probabilidades de que padezca hemofilia y un 50% de probabilidades de que sea portadora de la enfermedad.

Si, en cambio, nace un varón, hay un 50% de probabilidades de que sea hemofílico y otro 50% de probabilidades de que presente coagulación normal. Sin embargo, los estudios realizados hasta hoy indican que la hemofilia afecta principalmente a los varones y, en casos excepcionales, a las mujeres.

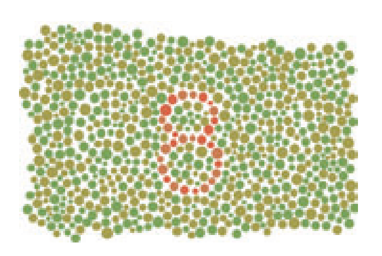
El **daltonismo** es una condición hereditaria recesiva ligada al sexo que se caracteriza por la incapacidad para percibir algunos colores. Esta afección fue descubierta por el químico inglés John Dalton (1766-1844), quien notó que tanto él como su hermano percibían los colores de una manera diferente al resto de las personas.

El tipo más común de daltonismo es la incapacidad para distinguir los colores rojo y verde y tiene un amplio rango de variabilidad, desde muy leve hasta el extremo opuesto. Al igual que para la hemofilia, el hombre puede presentar dos fenotipos: visión normal o daltónica. La mujer puede ser de visión normal, portadora o daltónica. Sin embargo, también como en el caso de la hemofilia, las investigaciones señalan que el daltonismo afecta principalmente a los varones.

Hay tres variedades de daltonismo:

- la **deuteranopia** o ceguera para el color verde, provocada por malformaciones en los conos de la retina; y
- la **protanopia** o ceguera para el color rojo, derivada de la falta de fotopigmentos en los conos.

La **distrofia muscular de Duchenne** es un trastorno hereditario ligado al cromosoma X, caracterizado por debilidad muscular en las piernas y la pelvis, que progresa rápidamente y afecta posteriormente a todo el cuerpo.



Prueba para detectar el daltonismo. Las personas que no ven el número escondido padecen daltonismo para esos colores.

ACTIVIDADES

1. Una pareja constituida por un hombre hemofílico y una mujer de coagulación normal acude a un genetista para consultar qué probabilidades tiene su futuro hijo de padecer la enfermedad.

- ¿Qué le contestaría el profesional si el hijo fuera varón?
- ¿Y si fuera niña?

Regulación genética y diferenciación celular

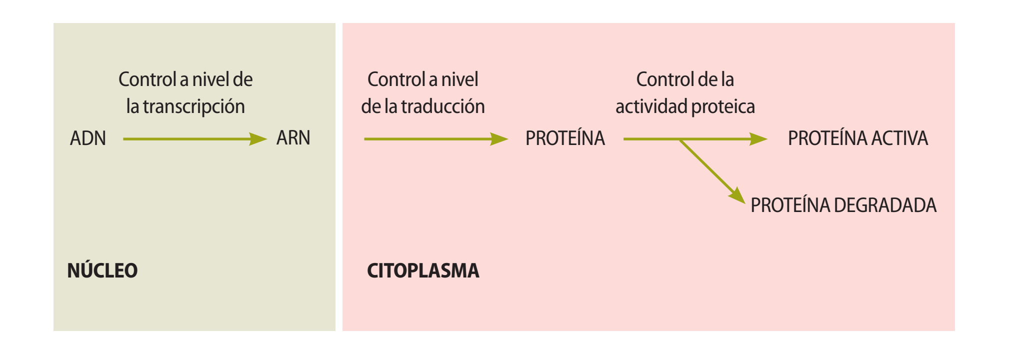
Todas las células de un individuo tienen la misma información genética. Sin embargo, existen distintos tipos celulares que se diferencian entre sí en su forma y función.

Por ejemplo, las células pancreáticas se especializan en la secreción de insulina y las células del tejido conectivo sintetizan colágeno. Ambas células portan los genes para la insulina y el colágeno pero, cada célula solo transcribe y traduce un gen particular.

Se denomina **regulación genética** a los procesos que posibilitan la expresión diferencial de los genes. Estos procesos pueden llevarse a cabo en cada uno de los pasos del flujo de información genética.

Una forma es la mediada por la presencia de proteínas denominadas "**factores de transcripción específicos**". Cada tipo celular consta de una combinación propia de dichos factores, los cuales actúan activando o reprimiendo la transcripción de genes específicos.

También existen procesos que controlan si el ARN es traducido o no; o si la proteína resultante de la traducción es activa o es degradada.



42 || CLARIN || SOCIEDAD || 17 DE MARZO DE 2005

HALLAZGO DE CENTROS DE INVESTIGACIÓN DE INGLATERRA Y ESTADOS UNIDOS

Logran revelar los secretos del cromosoma X

Además de participar en la definición del sexo, se lo asocia a 300 trastornos, como la hemofilia y la distrofia. Esperan hallar el origen genético de esos y otros males hereditarios.

Si el genoma humano es realmente el "libro de la vida", el de los cromosomas sexuales era hasta hace poco **uno de sus capítulos más misteriosos**. Tras doce años de estudio, más de 250 científicos lograron **decodificar por completo la secuencia del cromosoma X**, dos años después de completar la del cromosoma Y.

El estudio, en el que participaron tres de los más grandes centros de genética de Inglaterra y Estados Unidos, liderado por el instituto Sanger de Cambridge, fue publicado en la última edición de la revista científica **Nature**.

Desde hace tiempo que los genetistas están interesados en la estructura particular del cromosoma sexual X en el ser humano, porque allí aparecen con frecuencia **defectos genéticos**. Si bien porta apenas el 4% de los genes humanos, se le atribuyen el 10% de las enfermedades hereditarias conocidas hasta ahora, que son determinadas por un solo gen.

Más de **300 trastornos** se asocian a este cromosoma, como el daltonismo, la hemofilia, la distrofia muscular y distintas formas de retardo mental. Los resultados del desciframiento de esta zona de ADN permitirían, por tanto, explorar las **bases genéticas de estos desórdenes** y desarrollar técnicas adecuadas para tratarlos.

"Este análisis pormenorizado representa un logro monumental para la biología y la medicina. Es un brillante ejemplo de lo que se puede aprender a partir del complejo trabajo de secuenciación en que se centra el proyecto genoma humano", señaló Francis S. Collins, director del Instituto de Investigación del Genoma.

En los humanos y otros mamíferos, la **identidad sexual** está gobernada por los cromosomas X e Y. El sexo masculino se define por la presencia de un cromosoma X y uno Y en el par 23 del genoma humano, mientras que el femenino por dos cromosomas X.

De allí se desprende que las enfermedades cuyo gen se encuentra en el cromosoma X **afectan sobre todo a los hombres** porque, a diferencia de las mujeres, solo poseen uno de éstos y el cromosoma Y no contiene los que compensarían estas anomalías.

"El hecho de que los hombres tengan solo una copia del cromosoma X hace que los **genes mutados** en esa porción de ADN sean más fáciles de encontrar", explicó el científico Steven Scherer, director del Centro de Secuenciación del Genoma Humano.

El cromosoma X prácticamente no contiene genes relacionados con la formación y crecimiento de tumores en general, pero sí muchos relacionados con el sexo y la reproducción. De hecho, el 10% de los genes se expresan sobre todo en los testículos y su actividad se dispara en caso de cáncer testicular o melanomas.

La importancia de las proteínas cuya fórmula de fabricación guardan estos genes radica en que pueden ser objeto de estudio para el desarrollo de vacunas contra el cáncer.

"El sistema inmunológico detecta estas proteínas cuando se produce un tumor. Su expresión la procuran los mismos mecanismos que pueden hacer que se inactive su producción", indicó Scherer. Aun así queda mucho por estudiar ya que aún no está claro el papel que desempeña el cromosoma X en el desarrollo de cáncer".

Incógnitas y claves del futuro

Análisis Oscar Angel Spinelli

El cromosoma X siempre estuvo en la mira de los científicos. No sólo por su carácter "sexual", que atrae a la mayoría. Más bien porque involucra a una porción de las enfermedades hereditarias.

Dicen que al 10% del total. Lo suficiente para considerar al flamante hallazgo como un nuevo hito en el conocimiento humano. Sí, el descubrimiento es clave, pero también lo son los miles de genes de otros cromosomas. Ejemplos: el 13 y el 19, que portan genes relacionados con la diabetes y el cáncer; o el 9 y el 10, que suman 180 genes, asociados a aquellas dos enfermedades, al Alzheimer y a la esquizofrenia. Hay otros. Cuando se los decodifique a todos, se empezarán a atar los cabos sueltos. ¿El destino? No será el fin de la historia. Sí el comienzo de una ardua etapa de investigaciones que llevarán al origen de las enfermedades. Más hacia el futuro (¿veinte años?) la medicina será otra. Los optimistas ya piensan en terapias a medida.

Ahí el cromosoma X tallará fuerte. Ahora se intuye por qué el hombre arrastra ciertos males. También podría especularse que si la mujer tiene algo silenciada una X, eso la haría inmune a varias enfermedades. Tal vez.

Desequilibrios hereditarios

A raíz de los últimos estudios del genoma humano se han catalogado más de 4000 desequilibrios genéticos.

ENFERMEDADES AUTOSÓMICAS RECESIVAS

La **fibrosis quística** es una enfermedad autosómica recesiva que se caracteriza por la producción y acumulación de mucosidad excesiva en diferentes epitelios, como los de las vías respiratorias, causando dificultades respiratorias severas.
La **fenilcetonuria** también es una enfermedad autosómica recesiva caracterizada por una disfunción enzimática que causa retardo en el desarrollo físico y mental.

El **albinismo** es un trastorno autosómico recesivo que se caracteriza por la incapacidad de producir pigmento en piel, cabello y ojos.

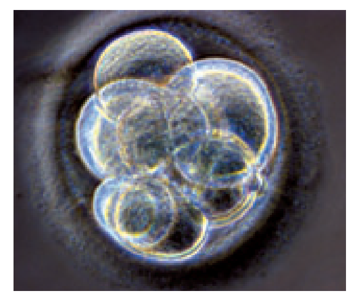
ENFERMEDADES AUTOSÓMICAS DOMINANTES

El **enanismo acondroplásico** es una condición autosómica dominante. El individuo homocigota dominante y el heterocigota presentan brazos y piernas cortos, mientras que la cabeza y el tronco se desarrollan normalmente.

La **enfermedad de Huntington** (durante mucho tiempo llamada *mal de San Vito*) es una patología neurológica, degenerativa, hereditaria, autosómica y dominante. Se caracteriza porque las personas que padecen esta afección tienen movimientos musculares incontrolados y pérdida de las facultades intelectuales.

DIAGNÓSTICO GENÉTICO

El **Diagnóstico Genético Preimplantatorio** (**DGP**) es una de las opciones de diagnóstico temprano para parejas que tienen alto riesgo de transmitir alguna enfermedad genética a sus hijos. Esta técnica se efectúa previamente al embarazo y comienza con la extracción de óvulos y espermatozoides de la pareja. Luego se estimula su fecundación y se colocan los futuros embriones en condiciones favorables para su desarrollo. Se realiza una biopsia en una de las células que los conforman para detectar alguna anormalidad. Finalizada esta tarea, se seleccionan los que no presentan alteraciones genéticas y se los implanta en el útero de la madre.



Al tercer día de la fecundación, el futuro embrión está constituido por 8 células llamadas blastómeras.
Para realizar el DPG se extrae una blastómera y se estudian sus cromosomas.

Con este tipo de diagnóstico se puede detectar la posibilidad de heredar fibrosis quística, hemofilia, Alzheimer, enfermedad de Huntington o *mal de San Vito* e hidrocefalia, entre otras.

A partir de 2004, en el Reino Unido las parejas en la que alguno de sus integrantes padece cáncer de colon del tipo hereditario, tienen derecho a seleccionar embriones libres de los genes que podrían enfermar a sus hijos.

Sería la primera vez que se usa esta técnica de diagnóstico para detectar una enfermedad que no afectaría a la persona antes de los 20 años, y podría no aparecer hasta los 40.

Si bien este tipo de prueba podría erradicar definitivamente ciertas enfermedades, la autorización legal plantea nuevamente la polémica sobre los *bebés diseñados* y podría sentar un precedente que permitiría a los médicos seleccionar los embriones según otro tipo de criterio. Aquellos que se oponen, argumentan que con esta decisión se niega el derecho a la vida a embriones que tal vez no enfermarían hasta muchos años después de su nacimiento.

Los que están a favor, en cambio, afirman que con el diagnóstico se podría eliminar definitivamente el gen de la especie humana y permitir a las parejas tener hijos sin miedo a la herencia de este desequilibrio genético.

En la Argentina aún no existen leyes sobre el DGP y se practica en parejas con alto riesgo de tener descendencia con enfermedades genéticas como la hemofilia y la fibrosis quística.



1. A partir de los siguientes ejemplos, indiquen de qué tipo de mutación se trata y justifiquen su respuesta:

- El "Síndrome de boca de carpa" se produce por pérdida de un sector del brazo largo del cromosoma 18. Se caracteriza por la forma particular de la boca de los individuos que lo padecen y en ocaciones también se presenta microcefalia.
- La anemia falciforme es una enfermedad que se produce por una alteración en la molécula de hemoglobina, que genera glóbulos rojos con forma de hoz, los cuales se atascan en los vasos sanguíneos pequeños o capilares y forman coágulos, dificultando la llegada de oxígeno a los tejidos. La anormalidad en la hemoglobina es causada por una mutación en el triplete que codifica el aminoácido 6 (cambia GAG por GTG) y se manifiesta en individuos homocigotas recesivos para dicho alelo.





La mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) es un insecto que muta con facilidad. En la imagen se observa un ejemplar que desarrolló ojos en sus patas.

Desequilibrios en la información genética

Una **mutación** es una modificación en la información genética. Hay una gran variedad de mutaciones, según la extensión de la molécula de ADN que modifiquen y el efecto que produzcan. Por ejemplo, algunas mutaciones solo alcanzan un codón, mientras que otras abarcan la estructura de todo un cromosoma o hasta el cariotipo completo.

Según la región del ADN comprometida, las mutaciones pueden traducirse o no en cambios observables en el funcionamiento celular. En algunos casos pasan inadvertidas. Otras veces, la simple sustitución de un nucleótido ocasiona graves enfermedades.

Las mutaciones pueden ocurrir espontáneamente, durante el proceso de duplicación del ADN o mientras se produce el *crossing-over*. Algunas mutaciones son inducidas por diversos **agentes mutágenos** que tienen la capacidad de modificar algunas bases del ADN, como la radiación ultravioleta, o de incorporarse a esta molécula, como algunas sustancias que tienen una estructura química similar a la de sus bases.

En general, las células cuentan con procesos que reparan ciertas alteraciones en el ADN, pero la eficacia de los mismos depende del tipo y de la extensión de la mutación.

Si la mutación tiene lugar en células somáticas, solo implica al individuo. En cambio, cuando la alteración ocurre en las células sexuales, la mutación es heredada por la descendencia.

La evolución biológica ha sido consecuencia, entre otros factores, de la acumulación de mutaciones heredadas generación tras generación.

Cuando las mutaciones se producen por la modificación de uno o un par de nucleótidos, se llaman **mutaciones puntuales**. Como a cada aminoácido por lo general le corresponden varios tripletes del código genético, que difieren en su última base, en muchas ocasiones las mutaciones puntuales no originan alteraciones en la secuencia de aminoácidos de la proteína. Por eso en este caso se las considera mutaciones silenciosas.

También pueden producirse **mutaciones gruesas**, que involucran a varios nucleótidos, y que pueden significar la pérdida de un sector de un cromosoma (**deleción**), la transferencia e integración de un segmento cromosómico a otro cromosoma no homólogo (**translocación**) o la modificación en la posición de un sector de ADN dentro del gen o del cromosoma (**mutaciones por rearreglos**).

Apoptosis o suicidio celular

Los daños causados por las mutaciones en ocasiones pueden ser reparados. Cuando esto no es posible, las células activan su programa de autodestrucción. Este proceso, llamado **apoptosis** o **muerte celular programada** es diferente de la muerte necrótica o por **necrosis**, que acontece cuando una célula sufre un daño, ya sea causado por un golpe físico o por falta de oxígeno.

La célula apoptósica experimenta cambios secuenciales característicos, por ejemplo: se encoge, el núcleo se condensa y luego se fragmenta. Estos cambios son desencadenados por la activación de una familia de enzimas denominadas **caspasas**, que actúan sobre objetivos intracelulares específicos, como la membrana nuclear y el citoesqueleto. La degradación de esos sustratos conduce a la fragmentación y muerte celular. Luego, células fagocíticas se encargan de la eliminación de los cuerpos apoptósicos.

La apoptosis es imprescindible para el buen funcionamiento del organismo, porque evita la perpetuación de células que podrían resultar potencialmente malignas.

Por ejemplo, en los embriones humanos la muerte celular programada provoca la eliminación de las membranas interdigitales que posee el embrión en un comienzo.

Biotecnología e ingeniería genética

La **biotecnología** consiste en el uso de organismos para elaborar productos útiles para los humanos. La **ingeniería genética** forma parte de la biotecnología y está conformada por un conjunto de técnicas específicas que posibilitan la **manipulación genética**, es decir, que permiten aislar genes, estudiarlos, modificarlos y transferirlos desde el organismo de origen a otro ser vivo.

En la actualidad, a través de las técnicas de la ingeniería genética se logró:

- el copiado o clonación de ADN;
- la fragmentación y secuenciación de ADN; y
- la modificación genética de organismos a través de la introducción de ADN foráneo.

La tecnología empleada por la ingeniería genética en la manipulación y modificación de organismos ha sido puesta en duda por las posibles consecuencias que implicaría para la salud humana y el equilibrio del ecosistema. Por los datos conocidos hasta ahora, esta amenaza ha sido sobrestimada; sin embargo quedan todavía muchos interrogantes para responder.



La electroforesis se emplea para separar macromoléculas de ácidos nucleicos y también de proteínas sobre la base de la carga eléctrica y del tamaño de la molécula.

La introducción de genes de una a otra bacteria se denomina **transformación**. Un ejemplo de transformación lo constituyen las bacterias que han adquirido, por inserción de ADN foráneo en su genoma, capacidades que antes no poseían, como sintetizar proteínas humanas o degradar sustancias tóxicas.

Cuando los organismos genéticamente modificados son plantas o animales la transformación se denomina **transgénesis**.

Una poderosa herramienta usada en ingeniería genética, también llamada **tecnología del ADN recombinante**, es un conjunto de enzimas denominadas **enzimas de restricción** o **restrictasas**. Son como "tijeras moleculares" que cortan fragmentos específicos de la molécula de ADN, porque cada una reconoce determinadas secuencias de bases.



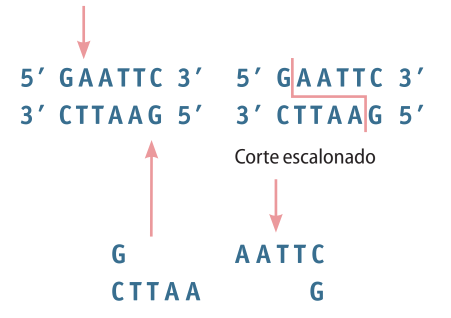
La transgénesis en plantas pretende mejorar su resistencia a las plagas y aumentar la calidad y cantidad de alimento que estos organismos producen.

Las restrictasas fueron descubiertas en las bacterias y llevan el nombre del organismo del cual provienen. Por ejemplo, la enzima *ECO RI* se extrajo de la bacteria Escherichia coli. Las tres primeras letras corresponden al nombre de la bacteria; también se le puede agregar una cuarta letra y/o un número romano.

Cuando se corta con la misma enzima de restricción moléculas de ADN, se obtienen fragmentos capaces de unirse al ADN de otra especie a través de sus extremos adhesivos. El producto resultante de la unión de ambos tramos de ADN recibe el nombre de **ADN recombinante**.

Si, por ejemplo, el fragmento de ADN insertado corresponde al gen que codifica la **insulina humana**, la bacteria puede sintetizar esta proteína y transmitir el gen a sus descendientes. Como resultado se obtiene insulina en cantidad por tecnología del ADN recombinante.

Las porciones de ADN obtenidas por los cortes que realizan las restrictasas se denominan **fragmentos de restricción** y pueden ser separados por la técnica llamada **electroforesis en gel**.



Fragmentos con extremos "adhesivos"

ECO RI es una enzima que corta de manera escalonada una secuencia específica del ADN.

En nuestro caso, los fragmentos de restricción se transfieren a una placa rectangular de gel de agarosa (polisacárido extraído de algas marinas) conectada en cada extremo a electrodos de carga opuesta. Como los fragmentos de ADN poseen carga eléctrica negativa por la presencia de grupos fosfato en su estructura, se verán atraídos hacia el polo positivo. Se genera así un desplazamiento de fragmentos: los más pequeños se mueven más rápido que los de mayor tamaño. Para observar los fragmentos después de la separación se emplea una técnica de tinción u otra de autorradiografía. Para la tinción se utiliza un compuesto fluorescente que se fija al ADN. Cuando se iluminan los fragmentos con luz ultravioleta, se observan las bandas fluorescentes.

56 || CLARIN || SOCIEDAD || 22 DE DICIEMBRE DE 2004

UN TAMBO FARMACÉUTICO A POCOS KILÓMETROS DE BUENOS AIRES

Nació en el país el primer ternero macho transgénico del mundo

Pampero es hijo de una vaca clonada que tiene en su ADN la hormona de crecimiento humano. Las futuras hijas de este ternero producirán leche con esa hormona. Sirve para chicos con déficit de talla.

Silvia Naishtat

Desde principios de mes los técnicos habían preparado un equipo de oxígeno y hacían guardia con todos los elementos para una cesárea. Pero *Pampero* llegó al mundo la madrugada del 7 de diciembre, a la 1.30 exactamente, por parto natural. **Es el primer ternero macho transgénico del mundo**. Y su nacimiento da origen a un tambo farmacéutico, que revoluciona **el método de producción de determinados medicamentos**. El logro fue a pocos kilómetros de Buenos Aires y es de Biosidus, de capitales locales. De esta manera, el laboratorio argentino **podrá producir hormonas de crecimiento humano a partir de la leche bovina** y se lanza a conquistar ese segmento del mercado de medicamentos que mueve en el mundo 1000 millones de dólares.

A la hormona de crecimiento, que se utiliza en los niños y adolescentes con problemas de talla, le acaban de descubrir nuevos usos. En países desarrollados se la receta para casos de sida y como un antiedad en los mayores a 60 años.

En el mundo, salvo Biosidus, no existe un productor de hormona de crecimiento a partir de la leche de bovinos transgénicos. Pero se obtiene y desde hace varios años, a partir de microorganismos genéticamente modificados, como bacterias.

"Este desarrollo no es solo fruto de una firma privada. En un país con tres Premio Nobel en biología (Bernardo Houssay, Luis Leloir y César Milstein), contamos con la Universidad y el apoyo de la Secretaría de Ciencia y Técnica", dijo ayer Marcelo Argüelles, presidente de la firma.

Pampero es hijo de una vaca clonada, *Pampa Mansa*, que tiene en su ADN la hormona de crecimiento humano. Pampa Mansa se



cruzó con un toro calificado y así su descendencia, Pampero, lleva en sus genes la hormona de crecimiento que transmitirá por su semen cuando se reproduzca. Esto quiere decir que las vacas, hijas de Pampero, también **producirán en la leche la hormona de crecimiento**.

Pampa fue concebida después que le extrajeran células a un feto de raza Jersey. Tras una manipulación genética se le introdujo la hormona de crecimiento y esta vaca se convirtió en una fábrica de proteínas medicinales.

En la Argentina hay aproximadamente **1.500 niños con déficit de crecimiento** y según los cálculos de los científicos "solamente con la producción de hormona que se puede obtener de la leche de una sola ternera **se puede abastecer la demanda del país**", dijo Marcelo Criscuolo, director ejecutivo de Biosidus.

La llegada de *Pampero* permite un cambio radical al posibilitar la **reproducción natural**, en vez de clonar las vacas, que lleva tiempo y mucho más dinero. "Con el esperma de una sola eyaculación de Pampero, podremos fecundar unas 300 vacas, de las cuales la mitad parirán hembras y de ellas la mitad, transgénicas. Es decir que pueden fabricar la hormona de crecimiento. Hacer esto a través de la clonación en el laboratorio nos demandaría años", añadió Criscuolo.

La estrategia fue llegar al tambo farmacéutico para la hormona de crecimiento. Ahora se abren paso a un objetivo más ambicioso: **la elaboración de insulina humana, a partir de los bovinos**.

El Proyecto Genoma Humano hoy

Desde 1990, los científicos comenzaron la secuenciación completa del ADN humano. Es decir, el desciframiento y la comprensión total de las instrucciones que componen un ser humano. En 2003, se anunció públicamente el logro de este conocimiento llamado Proyecto Genoma Humano.

Alrededor de 18 instituciones de seis países participaron en esta investigación trascendental, comparada en la historia de la ciencia con el viaje del hombre a la Luna.

Uno de los principales líderes del proyecto fue el biólogo británico John Sulston (1942), premio Nobel de Medicina del año 2002. Este investigador fue director del Sanger Centre de Cambridge (Gran Bretaña), uno de los laboratorios que lideró las investigaciones del Proyecto Genoma Humano. Además, fue el impulsor de hacer pública toda la información científica del genoma, contrariamente a quienes deseaban patentar el conocimiento en beneficio de compañías privadas como la famosa empresa norteamericana Celera Genomics.

Así, el proyecto se convirtió en una competencia por lograr que no se frenaran los fondos públicos para concluir con la secuenciación, por garantizar el uso público de la información y por evitar que Celera u otra firma patentara los nuevos descubrimientos y sus futuras aplicaciones.

En su libro *El hilo común de la humanidad; una historia sobre la ciencia, la política, la ética y el genoma humano*, John Sulston relata esta carrera entre la ciencia pública y la privada, como una serie de suspenso en la que, por el momento ganaron los "buenos", pero los "malos" no desaparecieron y volverán en los próximos capítulos.

Actualmente, Sulston se jubiló anticipadamente para dedicarse a los aspectos bioéticos del genoma humano. Desde 1997, la comunidad internacional revela la necesidad de la instauración a nivel internacional de principios éticos que contribuyan a universalizar la ética frente a una ciencia que cada vez tiene menos fronteras.

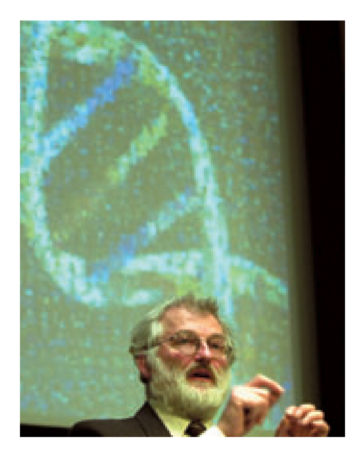
En consecuencia, la UNESCO en octubre de 2005, emitió la Declaración Universal de Bioética y Derechos Humanos que trata "las cuestiones éticas relacionadas con la medicina, las ciencias de la vida y las tecnologías conexas aplicadas a los seres humanos, teniendo en cuenta sus dimensiones sociales, jurídicas y ambientales". El texto de este documento proporciona un marco coherente de principios y de procedimientos que sirven de guía a los Estados en la formulación de sus políticas, legislaciones y códigos éticos.

Justamente, el cambio de orientación en la profesión de Sulston, se debe a su percepción de la injusticia y desigualdad en la distribución y uso de la información científica. Por ello, se dedicará a la política científica, ya que sostiene que esta tarea es imprescindible para que la privatización del saber no destruya a la ciencia.

El Proyecto Genoma Humano es delicado desde el punto de vista político por al menos tres razones:

- es percibido como un proyecto caro;
- el acceso a la información es de inmenso valor comercial; y
- existe una preocupación extendida entre el público acerca de la manera en que podría usarse esa información.

Además, la secuencia descifrada del genoma tiene un alcance general, pero cada ser humano presenta pequeñas variaciones genéticas que lo hacen único. El próximo objetivo es desarrollar un método para secuenciar, a bajo costo, la herencia genética de una persona particular. Esto permitiría prevenir o desarrollar medicamentos a medida, pero también trae consigo la posibilidad de utilizar ese saber para manipular, discriminar o subrayar las inequidades ya existentes.



John Sulston, Premio Nobel de Medicina en 2002.

Ciencia ficción que puede no ser de ficción

La película *Gattaca, un experimento genético*, es un filme sobre una futura sociedad, donde los niños son concebidos *in vitro* y con técnicas de selección genética. Solo los poseedores de un ADN perfecto tienen oportunidades. El protagonista es uno de los últimos niños nacidos en forma natural sin modificaciones genéticas, que tiene una deficiencia cardiaca que lo condena a ocupar los puestos menos gratos de la sociedad. Desde niño, el intérprete sueña con ir al espacio, pero su condición de "no válido" no le permite elegir y ejercer su vocación. Así, el personaje hará todo lo posible para burlar el sistema y lograr su sueño: ser piloto espacial.



HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

En la vida cotidiana la narración es la forma de expresión más usada para comprender el mundo, para acercarse a lo desconocido y para contar lo conocido.
Históricamente la humanidad ha recurrido a la narración para explicar sus orígenes y el del mundo en forma de mitos, leyendas, fábulas, poemas, cuentos y cantares. Pero, fundamentalmente, fue la forma en que se comunicaron los primeros naturalistas y científicos, aquellos que cruzaron mares y continentes con los conquistadores, o en expediciones que tenían por objetivo conocer la geografía, la flora, la fauna y otras riquezas de nuevas tierras.
La narración es una forma de comunicar más íntima y subjetiva que la descripción, la explicación y la justificación.

¿Dónde hay narraciones?
En los mitos, las leyendas, los poemas épicos, los cantares, las fábulas, los cuentos, las novelas, las entrevistas abundan las narraciones.
En las clases de Biología, y de las demás ciencias experimentales, algunos profesores recurren a la narración para entusiasmar y entretener a sus alumnos. Unos relatan con detalles las biografías de importantes científicos o los viajes de ciertos exploradores; otros dramatizan una serie de procesos biológicos como si fuera un cuento o una novela.

La narración y los textos narrativos

Narrar es la habilidad lingüística básica con que la humanidad transmite la cultura.
A través de las narraciones orales o escritas se obtienen datos para reconstruir valores culturales, formas de hablar o de vivir, relaciones sociales, etcétera.
Se narra al informar, chusmear, contar chistes o una película, para divertir, entretener y crear suspenso.

NARRACIÓN			
PROPÓSITO	ORIGEN	RESPONDE A	CARACTERÍSTICAS
Comprender lo desconocido y contar lo conocido.	Producir ideas ordenadas casualmente.	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Por qué? ¿Quién? ¿Para qué?	▮ Verbos en pretérito indefinido, pretérito anterior, pluscuamperfecto, imperfecto y presente; ▮ conectores temporales, espaciales, causales y consecutivos; ▮ puede contener diálogos, descripciones, ejemplificaciones, clasificaciones y analogías.



1. Busquen 3 textos narrativos breves e identifiquen sus características, como se procedió en estas páginas.
2. Determinen si la narración sobre el venado de las pampas y el yaguareté es una fábula, un mito o una leyenda.
3. Busquen una fábula, un mito y una leyenda y analícenlas como se procedió en estas páginas.

¿Cómo reconocer un texto narrativo?

Un texto narrativo puede contener diálogos, explicaciones, argumentos y descripciones.
Generalmente se narra en primera o tercera persona del singular o del plural.
Para algunos especialistas, en todo texto narrativo hay:

- una temporalidad, es decir, una secuencia de acontecimientos en un tiempo;
- un sujeto-actor, protagonista que puede ser una persona, un animal o un objeto;
- una transformación de estados, por ejemplo, de desgracia a felicidad o de pobreza a riqueza; y
- una situación final o integradora, a la que se llega después de la transformación.

El siguiente es un cuento mataco sobre el venado de las pampas y el yaguareté:

> En los tiempos antiguos, cuando los animales eran como hombres, el venado fue muerto por el yaguareté. Los tres hijos, extrañados por la demora, salieron a buscarlo, llegando hasta la casa del asesino. El yaguareté dijo que la carne que estaba comiendo era de pecarí, pero uno de los hermanos halló oculta la cabeza de la víctima. Enterados los otros, planearon vengarse. Fingieron creerle y al tiempo invitaron a los hijos del yaguareté a cazar. En el monte produjeron un incendio y los quemaron. Llevaron la carne al yaguareté, diciéndole que sus hijos seguían cazando y ellos se habían adelantado para llevarle lo que habían conseguido. Mientras el yaguareté preparaba la carne, el hermano mayor se alejó y disparó una flecha clavándola en el cielo; luego arrojó otra, que se clavó en el cabo de la primera, y así sucesivamente hasta tener una especie de escalera que llegaba a la altura de la mano. Entonces clavó un círculo de estacas aguzadas alrededor y, dejando allí a sus hermanos y su madre, fue hasta donde el yaguareté comía y le gritó: "¡Abuelo, te estás comiendo la carne de tus hijos mojada en su propia grasa! ¡Parece que estaban gordos y tiernos!", y salió huyendo. Espantado, el yaguareté arrojó el bocado, dándose cuenta de lo sucedido, y se lanzó sobre el otro para matarlo. Pero el ciervo corría rápido, acercándose a la escalera de flechas. Llegando a ésta, gritó a sus familiares que treparan y él saltó dentro del círculo de estacas. El yaguareté, ciego de furia, dio un salto sin mirar y se ensartó en las puntas, muriendo. El venado subió detrás de sus parientes y llegaron al cielo. Allí todos se transformaron en estrellas: los hermanos en las Pléyades, y su madre en la Cruz del Sur.

Fauna Argentina N° 66, *El venado de las pampas*, Centro Editor de América Latina S.A., Argentina, 1984.

Este relato es un texto narrativo porque describe una secuencia de acontecimientos; hay un sujeto-actor; está explícita la transformación de un estado (desdicha) a otro (venganza); y una situación final que integra y cierra la historia. Se pueden encontrar también otras características propias de este tipo de texto:

- verbos en pretérito indefinido, pretérito anterior, pluscuamperfecto, imperfecto y presente (eran, fue, salieron, dijo, estaba, halló, planearon, Fingieron, invitaron, produjeron, quemaron, Llevaron, habían, preparaba, alejó y disparó, clavó, llegaba, comía, gritó, salió, arrojó, lanzó, corría, saltó, dio, ensartó, subió, llegaron, transformaron);
- conectores temporales (cuando, al tiempo, mientras, luego, entonces);
- conectores espaciales (hasta, en, allí, hasta donde, sobre, dentro del, detrás);
- conectores contrastivos (pero);
- diálogos ("¡Abuelo, te estás comiendo la carne de tus hijos mojada en su propia grasa! ¡Parece que estaban gordos y tiernos!")

Fábula
Narración cuyos personajes generalmente son animales que hablan y actúan como personas. De ellas se deduce una enseñanza.

Mito
Narración simbólica cuyos personajes representan fuerzas de la naturaleza o aspectos de la condición humana.

Leyenda
Narración de sucesos fabulosos que se transmiten por tradición, como si fuesen hechos históricos.

Poemas épicos
Poema que narra hazañas históricas.

Cuentos
Narración de hechos fantásticos.

Novela
Narración de sucesos imaginarios pero posibles, enlazados en una trama que se desarrolla desde el principio hasta el fin de la obra.



II HOMEOSTASIS EN OTROS ORGANISMOS

¿Qué tienen en común una mantis, un pino, una bacteria, un hongo y un murciélago para ser considerados seres vivos?
¿Qué características diferencian a estos organismos de la materia inerte?
Desde el comienzo de la humanidad, las preguntas anteriores han tenido respuestas filosóficas, religiosas y científicas.
Para la biología la vida es un fenómeno complejo porque contraría algunas leyes físicas. Los sistemas biológicos requieren una enorme inversión de energía para mantener su homeostasis y para perpetuarse a través de la descendencia.
La autoconstrucción, la autoconservación y la autorreproducción son propiedades de los seres vivos determinadas por un programa genético y por su interacción con el ambiente.
No obstante, a pesar de ser una pregunta que históricamente ha inquietado a la humanidad, definir qué es la vida sigue siendo hoy un problema de difícil solución.

Uno de los principales objetivos de la biología es explicar la vida. Cuando los biólogos se refieren a la vida, no lo hacen en contraste con la muerte, sino en oposición a lo no vivo.

En realidad, el concepto "vida" deriva del proceso de vivir. Se puede definir, explicar y estudiar científicamente qué es vivir. También, se puede diferenciar un organismo vivo de un objeto o materia inerte.

Paradójicamente, la biología explica el proceso de vivir como el resultado de la actividad e interacción de moléculas que en sí mismas no están vivas.

Los seres vivos nacen, crecen, se reproducen y mueren, ha sido la descripción más sencilla de las propiedades de los organismos desde la antigüedad. Sin embargo, estas características no definen qué es un ser vivo. Por ejemplo, el análisis de un incendio, en particular el fuego, puede describir un ciclo similar. Cuando se dan determinadas condiciones que inician un foco de fuego, podría decirse que "nace". Si no se lo extingue adecuadamente, el foco aumenta paulatinamente de tamaño, podría decirse que "crece". Además pueden desprenderse materiales encendidos que son desplazados por el viento e inician nuevos focos, podría decirse que "se reproduce". Finalmente, el fuego puede extinguirse cuando se acaba el material combustible, podría decirse que "muere".

Hoy la ciencia ha logrado describir en forma más precisa y completa las características específicas de los sistemas vivos que los diferencian de los sistemas inertes, por ejemplo:

- la posibilidad de mantenerse vivo a través de la **nutrición**. Es decir, la obtención y transformación de materia y energía para la construcción de sus propias partes y realización de sus actividades vitales (**autoconstrucción** y **autoconservación**);
- la posibilidad de mantener relativamente constante del medio interno a través de procesos homeostáticos que intervienen en el control, coordinación y sincronización de las actividades vitales (**autorregulación**). En los seres vivos, estas capacidades resultan de su **relación** con el medio interno y externo, y de su **acción** sobre el entorno;
- la posibilidad de propagar o perpetuar la vida a través del tiempo, propiedad que permite dejar descendencia por medio de su **reproducción** (**autorreproducción**); y
- una **organización celular** con un **programa genético** específico.

Una mantis, un pino, un hongo, una bacteria y un murciélago son seres vivos porque su organización es celular, se autoconstruyen y autorregulan a partir de un programa genético propio. Sus funciones vitales son la nutrición, la homeostasis, la relación con el medio externo e interno y la acción sobre el entorno.

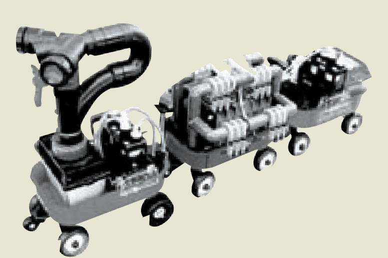
Si bien la reproducción no es una función vital para cada uno de los organismos individualmente, lo es para la perpetuación de las mantis, los pinos, los hongos, las bacterias y los murciélagos sobre el planeta.

La vida en la antigüedad

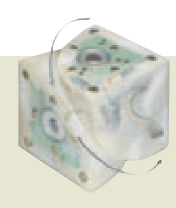
En el siglo XVI, definir las características de los seres vivos y los procesos biológicos generó numerosas controversias en el campo científico.
La corriente de pensamiento denominada **mecanicista** o **fisicista** sostenía que los seres vivos no son muy diferentes de la materia inerte y sus propiedades pueden ser explicadas a partir de las leyes de la física y de la química.
En oposición a estas creencias, el **vitalismo** afirmaba que la vida tiene características propias y adjudicaba a los seres vivos la presencia de una fuerza vital que no puede ser explicada por principios físicos o químicos subyacentes.
La corriente científico - filosófica que integró los principios del fisicismo y el vitalismo para explicar las propiedades de los sistemas vivos y sus procesos, recibe el nombre de **organicismo.**

La robótica y la vida

Muchos científicos buscan recrear las propiedades de los seres vivos y "dar vida" a los robots. Hasta el momento, numerosos avances en la bioingeniería han logrado generar en máquinas funciones que se consideran esenciales y exclusivas de los sistemas biológicos. Así, los especialistas han construido dispositivos con las facultades de autoconstruirse, autorrepararse y autorreproducirse. Otros robots poseen la capacidad de obtener energía para su funcionamiento a partir de alimentos como el azúcar.
Hoy estos artefactos ponen en discusión las características que definen a los seres vivos.
¿Pueden considerarse que sus capacidades son funciones propias de los seres vivos?
¿Qué semejanzas y diferencias tienen con los sistemas biológicos?
Si en un futuro se lograra construir robots con todas las funciones biológicas...
¿podrán ser considerados seres vivos?



Chew Chew es un robot que se alimenta y digiere para recargar sus baterías. Una colonia de bacterias transforma la comida en moléculas sencillas y de esta reacción se liberan electrones. La electricidad resultante se acumula en una batería.



Recientemente un grupo de científicos logró construir un robot que, en apenas dos minutos y medio, puede autoduplicarse y repararse a si mismo. Este tipo de robot podría ser útil para explorar el espacio y ambientes peligrosos.

PARTE II
HOMEOSTASIS EN OTROS ORGANISMOS

10 NUTRICIÓN Y BIODIVERSIDAD

Nutrición autótrofa y heterótrofa

La disponibilidad de nutrientes es un factor que limita la supervivencia de los organismos en un ambiente determinado. Sin embargo, no todos los seres vivos se alimentan de los mismos nutrientes, ni los transforman de igual manera.

Una de las causas de la **biodiversidad** es la gran variedad de estructuras, fisiologías y comportamientos de los organismos para la obtención y transformación de los nutrientes.

Principalmente, la variedad de seres vivos que existen sobre el planeta, y también la de los extinguidos, responde a dos maneras básicas de obtención de materiales y energía:

- la **nutrición autótrofa**; y
- la **nutrición heterótrofa**.

Se denominan **organismos heterótrofos** aquellos que obtienen los alimentos a partir de la incorporación de otros seres vivos, de sus excrementos, o de sus partes muertas.

Los **organismos autótrofos**, en cambio, sintetizan sus alimentos a partir de la incorporación de materiales de composición sencilla y de energía del exterior.



Quimioautótrofos
Procariontes
Célula
Fotosíntesis
Fotoautótrofos
Autótrofos
Eucariontes
Homeostasis
Biodiversidad
Heterótrofos
Circulación de los nutrientes
Branquial
Respiración
Pulmonar
Tegumentaria
Traqueal

Organismos heterótrofos

La mayoría de las bacterias y los hongos se denominan **organismos saprobios** porque absorben los nutrientes de organismos muertos, algunas de sus partes o excrementos. Son los agentes principales de la descomposición y recirculación del material orgánico del suelo.

Algunas bacterias pueden desplazarse hacia el alimento a través de la propulsión de uno o más flagelos. Cuando toman contacto con éste, lo incorporan englobándolo con la membrana plasmática y el citoplasma.

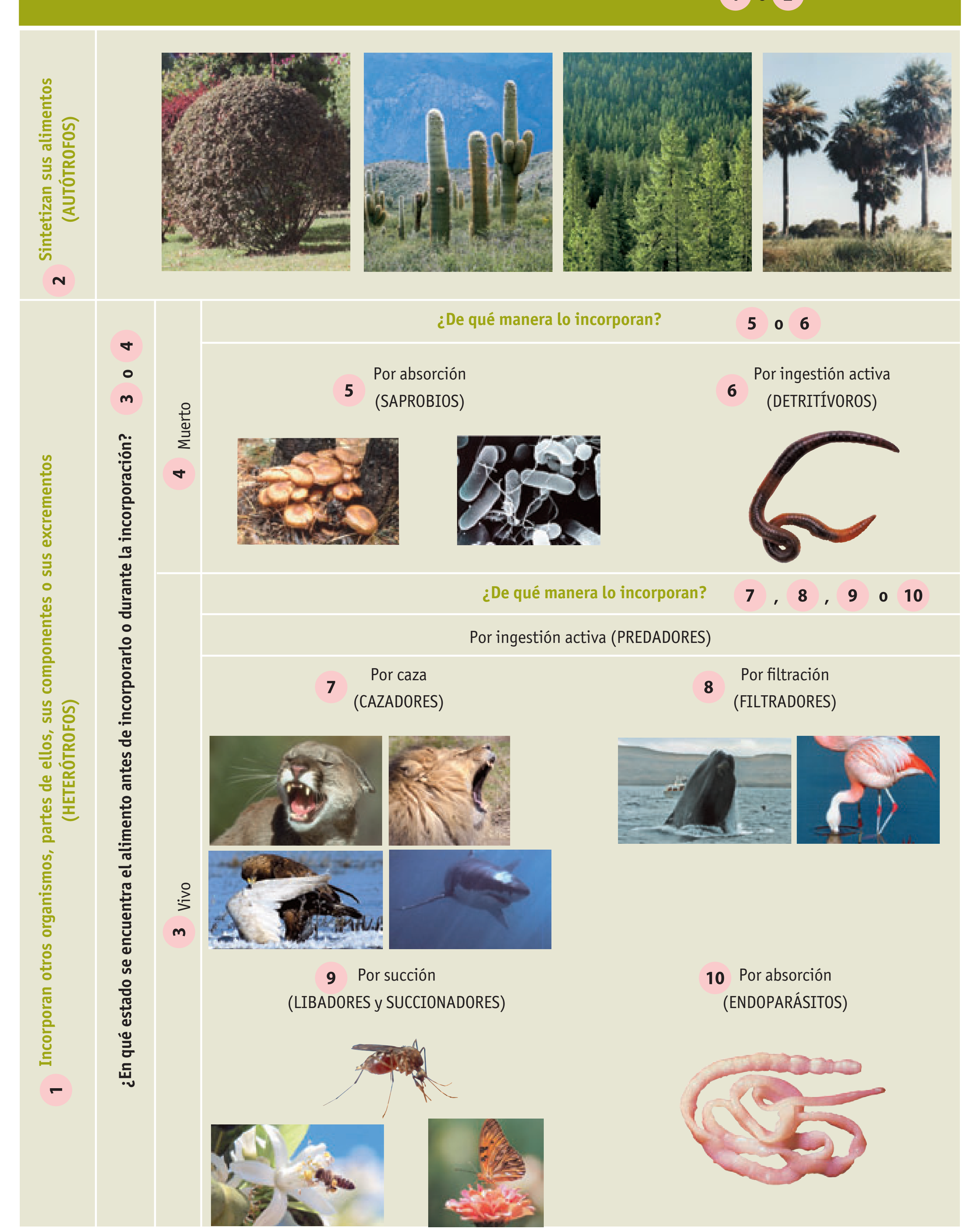
La mayoría de los hongos no se desplazan, pero crecen sobre el alimento y liberan enzimas que lo digieren. Una vez degradado, los hongos absorben los nutrientes por difusión.

Termitas, larvas de moscas, escarabajos, lombrices de tierra y pepinos de mar, entre otros, son **organismos detritívoros** porque incorporan los nutrientes de organismos muertos, algunas de sus partes o excrementos. Se diferencian de los saprobios porque su forma de incorporar los nutrientes es **activa**, es decir, succionan, cortan o roen el material nutritivo.

Los **organismos predadores** son aquellos que se alimentan de partes o todo un organismo, la **presa**. Algunos predadores son **cazadores:** capturan y matan sus presas. Los **carroñeros**, comen organismos que fueron matados por otros o murieron naturalmente. Otros, los **parásitos**, absorben los nutrientes de sus hospedadores vivos.

Si bien un ave de rapiña y un hongo no son organismos muy parecidos, ambos comparten el mismo tipo de nutrición: son **heterótrofos**.




¿CÓMO OBTIENEN LOS ORGANISMOS LOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SU CUERPO Y LA ENERGÍA PARA LOS PROCESOS VITALES? 1 o 2
2 Sintetizan sus alimentos (AUTÓTROFOS)
1 Incorporan otros organismos, partes de ellos, sus componentes o sus excrementos (HETERÓTROFOS)
¿En qué estado se encuentra el alimento antes de incorporarlo o durante la incorporación? 3 o 4
4 Muerto
¿De qué manera lo incorporan? 5 o 6
5 Por absorción (SAPROBIOS)
6 Por ingestión activa (DETRITÍVOROS)
3 Vivo
¿De qué manera lo incorporan? 7, 8, 9 o 10
Por ingestión activa (PREDADORES)
7 Por caza (CAZADORES)
8 Por filtración (FILTRADORES)
9 Por succión (LIBADORES y SUCCIONADORES)
10 Por absorción (ENDOPARÁSITOS)

Obtención de los alimentos en predadores

La dieta de los **organismos predadores** es muy variada. Si se considera el origen de su alimento, los predadores pueden ser clasificados en omnívoros, carnívoros y herbívoros.

Los **predadores omnívoros** se alimentan de cualquier tipo de materia orgánica; los **predadores carnívoros** ingieren la carne o los fluidos de otros organismos; los **predadores herbívoros** utilizan las plantas como fuente exclusiva de alimento.

Los organismos predadores también pueden clasificarse de acuerdo con las características físicas del alimento que ingieren en macrófagos, micrófagos o fluidófagos.

Los **predadores macrófagos** ingieren fragmentos de tamaño relativamente grande, incluso organismos enteros. Los **predadores micrófagos** se alimentan solo de fragmentos u organismos pequeños. Los **predadores fluidófagos** ingieren los nutrientes disueltos en agua. En esta última categoría quedan incluidos los **hematófagos**, organismos que se alimentan de sangre, aunque el líquido que ingieren contiene células enteras.

ACTIVIDADES

1. Busquen ejemplos de organismos predadores omnívoros, carnívoros y herbívoros.

2. Clasifiquen los siguientes organismos según el estado, el origen y el tamaño del alimento que consumen: delfín, koala, rata, perdiz, cerdo, vaca, babosa, piraña y termita.

PREDADORES MACRÓFAGOS

Muchos **predadores macrófagos** se denominan **capturadores** porque atrapan de alguna manera su presa. Todos ingieren masas relativamente grandes de alimento en relación con su tamaño. Algunos de ellos son **cazadores** y se desplazan activamente en busca de la presa, en cambio otros permanecen a la espera de la misma. Estos predadores pueden capturar su presa por medio de ventosas, tentáculos, trompas, mandíbulas, pinzas, picos o estructuras similares. Los erizos de mar, por ejemplo, poseen una compleja estructura masticadora llamada “linterna de Aristóteles”, provista de dientes de crecimiento continuo. Con ella mastican y horadan hasta las rocas.

Otros predadores macrófagos, generalmente acuáticos, se denominan **raspadores** porque se alimentan de otros organismos que se hallan adheridos o incrustados en rocas y otros objetos del medio. La mayoría de ellos son sedentarios o se mueven lentamente.

Las víboras son predadores macrófagos capturadores. En su boca tienen glándulas venenosas que descargan sustancias que paralizan o matan a la presa.



Los caracoles raspan hojas y tallos de vegetales con la **rádula**, estructura provista de numerosos y pequeños dientes orientados hacia atrás, que se desgastan y renuevan constantemente.

PREDADORES MICRÓFAGOS

Los **predadores micrófagos** son todos acuáticos y la mayoría de ellos de vida sedentaria. Estos animales carecen de dispositivos de trituración o de digestión previa. Sin embargo, poseen estructuras que les permiten concentrar las partículas de alimento antes de ingerirlas, lo que disminuye la entrada de agua en exceso. Estos recursos pueden ser: secreciones viscosas en las cuales las partículas quedan pegoteadas; o la presencia de filtros en los que las partículas quedan retenidas.

En una filtración eficiente es importante una circulación continua de agua cargada de alimento, un desagote del filtrado y la separación de las partículas de alimento retenidas en el filtro.



Las ballenas con barbas, los flamencos y los mejillones son predadores micrófagos. Las barbas, las laminillas del pico y las branquias, respectivamente, son estructuras que retienen el alimento de estos organismos.

PREDADORES FLUIDÓFAGOS

Los **predadores fluidófagos** ingieren sus nutrientes en solución acuosa. Las arañas y muchos insectos, como mosquitos, mariposas, abejas y chinches, son fluidófagos. Cuando comen, las arañas aferran la presa con un par de piezas bucales, llamadas **quelíceros**, la trituran y despedazan hasta que las partes blandas quedan expuestas. Luego liberan enzimas al exterior, producidas por glándulas del estómago, por lo que se produce una **digestión extracorporal**. Así las partes blandas quedan reducidas a un fluido nutritivo, que finalmente succionan por la acción de los músculos de la faringe.

En los insectos fluidófagos las piezas bucales forman una trompa alargada y la faringe actúa como bomba succionadora. Aquellos que se alimentan de jugos de plantas, poseen un sistema de filtro que separa los azúcares del agua que los disuelve. Este líquido es transportado directamente al recto, sin ingresar en la sangre. Esto garantiza que no se diluya el contenido del intestino medio y de la sangre.

Algunos **parásitos** son predadores fluidófagos que se alimentan de los tejidos de otro organismo vivo denominado **hospedador**, al que debilitan gradualmente. Algunos parásitos viven sobre el hospedador y otros en su interior.

Ciertos organismos parásitos externos, o **ectoparásitos**, pueden desplazarse de un hospedador a otro, como las pulgas de los perros.

Los **endoparásitos**, en cambio, viven dentro de un único organismo y se alimentan de nutrientes del medio que ingresan en el interior de sus cuerpos. Muchos de ellos poseen ventosas u otras estructuras con las que se fijan en alguna región del tubo digestivo de su hospedador.

Los mosquitos son insectos hematófagos. Con sus piezas bucales laceran la piel de la víctima y le inoculan una sustancia anticoagulante y anestésica.

ACTIVIDADES

1. Busquen ejemplos de predadores fluidófagos, ectoparásitos y endoparásitos.

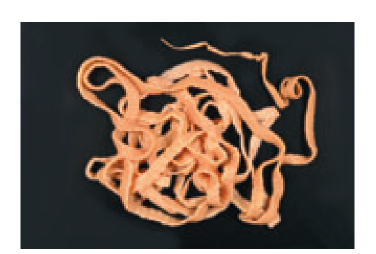
Obtención de los alimentos en detritívoros

Los **organismos detritívoros** se alimentan de **detritos**: restos o trocitos de organismos que se encuentran en el sustrato. Estos animales se alimentan continuamente, ya que gran parte del volumen de material incorporado en su tubo digestivo, como arena, arcilla y limo, carece de valor nutritivo.

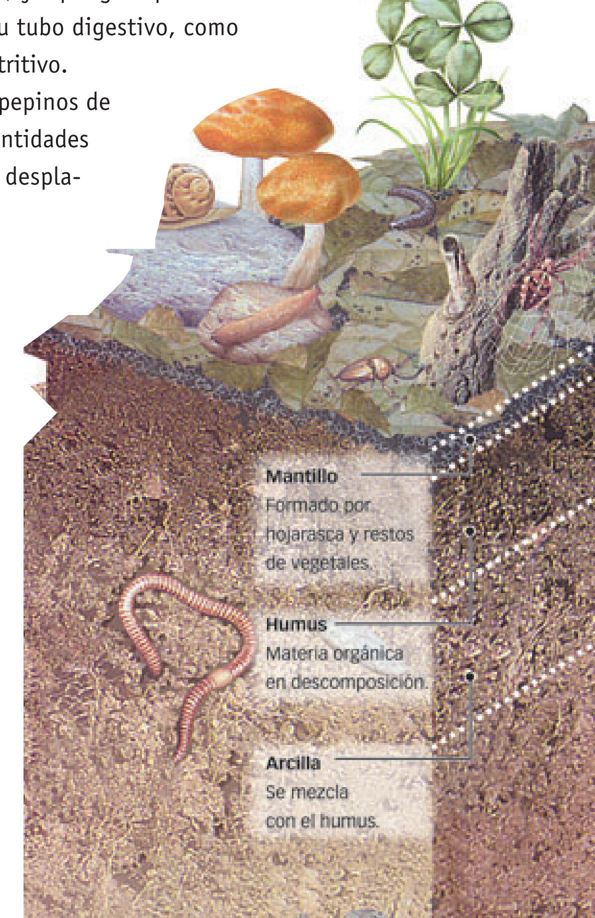
Algunos equinodermos, como los "pepinos de mar" introducen en su boca grandes cantidades de arena y fango a medida que se van desplazando de un lugar a otro.

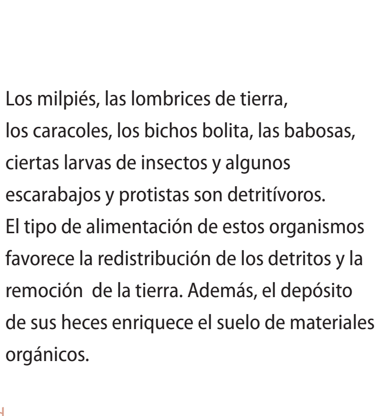


Los piojos son ectoparásitos que se alimentan de la sangre de sus hospedadores.



Las tenias son endoparásitos que ingieren alimentos digeridos por sus hospedadores.





Los milpiés, las lombrices de tierra, los caracoles, los bichos bolita, las babosas, ciertas larvas de insectos y algunos escarabajos y protistas son detritívoros. El tipo de alimentación de estos organismos favorece la redistribución de los detritos y la remoción de la tierra. Además, el depósito de sus heces enriquece el suelo de materiales orgánicos.

Transformación de los alimentos

En los organismos heterótrofos, la digestión del alimento se realiza con la intervención de las enzimas. Éstas pueden ser liberadas al exterior desde las células donde se sintetizan (**digestión extracelular**); o permanecer en las células e intervenir en la **digestión intracelular**.

La digestión de las esponjas y muchos protistas es intracelular. Estos organismos capturan su alimento por fagocitosis y la digestión de produce dentro de una vacuola.

En algunos seres vivos, las enzimas extracelulares pueden ser descargadas por la boca fuera del cuerpo del organismo, proceso que se denomina **digestión extracorporal**, como es el caso de las arañas.

En otros seres vivos, las enzimas son liberadas en una cavidad interna o intestino y éstas actúan sobre el alimento ingerido que pudo haber sido ya macerado y triturado (**digestión luminar**).

La mayoría de los animales tiene un tubo digestivo completo (con boca y ano) que se divide en una porción anterior, una media y una posterior. Las áreas funcionales del tubo digestivo anterior son la boca, la faringe y el esófago. En la cavidad bucal y la faringe se produce la ingestión del alimento, y en el esófago el transporte hacia el tubo digestivo medio. La boca contiene glándulas salivales que producen las enzimas que inician la digestión del alimento.

En algunos animales, la última porción del esófago está dilatada, el **buche**, e interviene en el almacenamiento de alimento. En otros, esta zona dilatada se llama **molleja** y posee paredes musculares con las que trituran los alimentos ingeridos. Muchas aves granívoras tragan piedritas, los gastrolitos, que quedan en la molleja y contribuyen en la fragmentación del alimento hasta que toma el aspecto de una pasta.

El tubo digestivo medio está constituido por dos áreas funcionales: el estómago y el intestino, donde se realiza la mayor parte de la digestión y la absorción de los nutrientes.

De acuerdo con los hábitos alimentarios de la especie, en el estómago puede producirse el molido o trituración de los alimentos, como en algunos insectos, algunos crustáceos, en los cocodrilos y en las aves. Las cucarachas, por ejemplo, tienen una porción del tubo digestivo, el **proventrículo**, revestida por quitina. Éste es un órgano triturador provisto de numerosos dientes que desmenuzan las partículas sólidas del alimento.

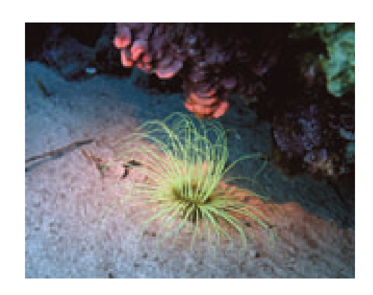
Los mamíferos **rumiantes** tienen un estómago conformado por cuatro cámaras: la **panza**, la **redecilla**, el **libro** y el **cuajar**. El alimento ingresa en la panza, donde contracciones musculares lo mezclan. De la panza, el alimento puede pasar a la redecilla o volver al esófago y luego a la boca, donde es rumiado y tragado nuevamente. La mayor parte del alimento masticado pasa a la redecilla, luego al libro y finalmente al cuajar o estómago verdadero, que es la única cámara del estómago con glándulas digestivas.

La mayoría de los animales poseen **glándulas anexas** al intestino. En los invertebrados se denominan **glándulas digestivas**; en los vertebrados son el **hígado** y el **páncreas**.

Mientras que las glándulas digestivas de los invertebrados secretan enzimas que intervienen en la digestión y absorción de nutrientes; el hígado y el páncreas de los vertebrados llevan a cabo la digestión y procesos metabólicos fundamentales para su supervivencia.

En el tubo digestivo posterior se produce la absorción de agua y sales de las sustancias no digeridas, y se forman las heces. La absorción de agua en este proceso es fundamental en animales que viven en el ambiente terrestre, donde la disponibilidad de agua es limitada. También es importante en animales sedentarios o que habitan dentro de caparazones, para los cuales el agua sucia con heces puede envenenarlos.

Una vez separada el agua, en todos estos organismos los materiales no absorbidos, o materia fecal, son eliminados al exterior.



Las anémonas de mar, los corales y las medusas tienen digestión extracelular e intracelular. Estos procesos se realizan en una cavidad con una sola abertura al exterior, que posee la función de boca y ano simultáneamente.



En las aves de rapiña, la molleja interviene en el almacenamiento y selección del alimento. En esta estructura, los huesos, pelos y plumas de las presas son separados de la carne, reunidos y regurgitados en forma de pelotas.

Los conejos y sus heces

Los conejos y otros roedores, eliminan sus excrementos por la noche, en forma de pequeñas esferas blancas y húmedas, envueltas en mucus, los **cecótrofos**. Estos animales los toman con sus labios apenas salen del ano y los ingieren hasta llenar con ellos casi la mitad de su estómago. De este modo, gran parte del alimento circula dos veces por el tubo digestivo. Si se evita que estos roedores realicen este proceso, llamado **cecotrofia**, mueren en 2 o 3 semanas debido a la cantidad de nutrientes que se pierden con los cecótrofos y que no pueden ser reabsorbidos.

Los nombres y la clasificación de la biodiversidad

Uno de los problemas más importantes encarados por los naturalistas a lo largo de la historia de la ciencia ha sido el de ordenar la biodiversidad.

Hasta el siglo XVIII, las especies eran llamadas por nombres de uso vulgar o latinos, usados en los tratados botánicos y zoológicos de la época. Las especies también se denominaron según su ubicación geográfica.

La variedad de nombres con los que podía ser denominado el mismo grupo de organismos, hacía difícil su identificación.

En el siglo XVIII, el naturalista, médico y profesor sueco Karl von Linné (1707-1778), propuso un **sistema binomial** de nomenclatura para designar las especies y estableció un sistema jerárquico de clasificación, aún vigentes.

Según su sistema binomial, cada especie se designa con dos nombres derivados generalmente del latín o del griego. El primero indica el **género** al cual pertenece el organismo, y el segundo la **especie** particular dentro del género.

Su sistema jerárquico de clasificación consiste en agrupar los géneros en **familias**; éstas en **órdenes**; éstos en **clases**; éstas en **tipos**, **fila** o **divisiones**; y éstas en **reinos**.

La actual clasificación de la biodiversidad está basada en la propuesta por el científico Robert Whittaker (1924-1980), quien en 1959 sugirió agrupar a los organismos en cinco reinos.

En su sistema de clasificación, este científico tuvo en cuenta criterios como la forma de nutrirse y la cantidad y tipo de células que componen el cuerpo de los organismos.

De acuerdo con el tipo de células que los constituyen, los agrupó en **procariontes** (seres unicelulares cuyo núcleo y organelas no están envueltos por una membrana, como las bacterias) y **eucariontes** (seres cuyo cuerpo está conformado por una o más células con núcleos y organelas cubiertos por una membrana).

Los animales y las plantas son eucariontes multicelulares. Pero los hongos son eucariontes uni o multicelulares.

Whittaker agrupó a los procariontes, como las bacterias, en el **reino Monera**. En el **reino Protista** ubicó a los eucariontes unicelulares, junto con las algas, muchas de ellas pluricelulares.

Al resto de los eucariontes multicelulares los reunió por su tipo de nutrición: a los los organismos heterótrofos saprobios en el **reino Fungi** u **Hongos**; a los autótrofos en el **reino Metafita** o **Plantas**; y a los heterótrofos que ingieren activamente sus alimentos en el **reino Metazoa** o **Animales**.

El agrupamiento de Whittaker presenta algunos inconvenientes: por ejemplo, no permite establecer relaciones evolutivas, ya que organismos supuestamente emparentados pertenecen a reinos diferentes; algunos de los Protistas son muy parecidos entre sí, solo se diferencian por la presencia o ausencia de cloroplastos pero, en ciertas situaciones, aquellos que los poseen los pierden y se nutren como heterótrofos.

Hoy esta clasificación está en revisión. Algunos científicos plantean organizaciones diferentes de las de Whittaker; por ejemplo, proponen agrupaciones de mayor jerarquía que los reinos, los **dominios**.



El jaguar, (*Panthera onca*), el tigre (*Panthera tigris*), el leopardo (*Panthera panthera*) y el león (*Panthera leo*) comparten el mismo género *Panthera* pero pertenecen a especies diferentes entre sí.

Reino Animales Organismos eucariontes multicelulares heterótrofos.



Tipo Cordados Organismos con tubo nervioso dorsal y corazón ventral.



Clase Aves Organismos con extremidades anteriores transformadas en alas o paletas, piel cubierta de plumas, de respiración pulmonar, que regulan la temperatura corporal y que nacen de huevos con cáscara que generalmente incuban sus progenitores.



Orden Esfenisciformes

Aves marinas buceadoras, con pico largo, patas cortas y alas adaptadas a la natación.



Familia Esfeníscidos

Aves de cuerpo hidrodinámico con alas modificadas como paletas y plumaje como piel. Cuello y patas cortas, tres dedos palmeados y pico robusto.

Género y especie *Aptenodytes forsteri*

Pingüino de mayor envergadura. Pesa aproximadamente 35 kg y mide 1,20 m de altura. Pico largo, puntiagudo y curvado hacia abajo. Habita en la Antártida.

REINO ANIMAL (Organismos eucariontes multicelulares heterótrofos por ingestión)	
TIPO	**CARACTERÍSTICAS**
PORÍFEROS (esponjas)	Organismos acuáticos sésiles y asimétricos. Agregado celular alrededor de un sistema de canales. Células alimentarias especiales (coanocitos). Esqueleto de espículas. Filtradores. Digestión intracelular.
CNIDARIOS	Organismos con dos formas posibles: pólipo sésil y/o medusa móvil. Tentáculos con cnidocitos (células con estructuras urticantes). Cavidad gastrovascular con una sola abertura. Dos capas de tejidos. Simetría radial.
PLATELMINTOS	Gusanos planos. Poseen tres capas de tejido embrionario. Tubo digestivo con una sola abertura. Vida libre o parásitos. Simetría bilateral.
ANÉLIDOS	Gusanos segmentados. Esqueleto hidrostático. Sistema digestivo tubular con boca y ano. Sistema circulatorio vascular y cerrado. Respiración cutánea. Simetría bilateral.
EQUINODERMOS	Cuerpo con una región central con brazos. Simetría radial compleja en adultos. Endoesqueleto formado por placas calcificadas. Sistema vascular acuífero para la locomoción, intercambio gaseoso y alimentación.
CARACTERÍSTICAS DEL TIPO	**CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES CLASES**
MOLUSCOS Cuerpo blando diferenciado en: céfalo – pie, masa visceral y manto. Pueden presentar una concha o no en el interior o exterior. Circulación abierta. Poseen una estructura raspadora (rádula).	**BIVALVOS:** Concha con dos valvas. Pie muscular muy desarrollado. Filtradores. Sedentarios. **GASTERÓPODOS:** Poseen una concha única o carecen de ella. Utilizan el pie para su locomoción. Único grupo con especies terrestres. Experimentan un proceso anatómico de torsión que los vuelve asimétricos. **CEFALÓPODOS:** Cabeza con ojos complejos y una boca central rodeada por tentáculos. Desplazamiento por propulsión de chorro. Algunos eliminan un fluido oscuro para confundir a sus depredadores.
ARTRÓPODOS Organismos con apéndices articulados. Exoesqueleto rígido impermeable de quitina que es mudado periódicamente. El cuerpo está segmentado en cabeza, tórax y abdomen (en algunos casos, cefalotórax). Respiración por tráqueas, branquias o pulmones laminares. Circulación abierta. Ojos compuestos.	**ARÁCNIDOS:** No poseen antenas y mandíbulas. Los primeros pares de apéndices son piezas bucales: quelíceros y pedipalpos. Cuerpo dividido en cefalotórax y abdomen. Cuatro pares de patas marchadoras. Algunos fabrican complejas telas para capturar sus presas. **INSECTOS:** Cuerpo diferenciado en cabeza, tórax y abdomen. Un par de antenas y tres pares de patas fijadas al tórax. Pueden tener dos pares de alas, un par o carecer de ellas. Conjunto de piezas bucales muy especializado. Respiración por tráqueas. La mayoría atraviesa una metamorfosis. Algunos grupos forman estructuras sociales muy complejas. **CRUSTÁCEOS:** Dos pares de antenas. Cuerpo divido en cabeza, tórax y abdomen. Cabeza con cinco pares de apéndices. Cada segmento del tórax y el abdomen cuenta con apéndices. En general, un caparazón encierra parte del tórax y el abdomen.
CORDADOS Poseen una varilla dorsal llamada notocorda que puede ser reemplazada por la columna vertebral. Por encima de la notocorda presentan un cordón nervioso hueco. Faringe con hendiduras branquiales para respiración y/o alimentación. Corazón ventral. Presentan una cola posterior al ano.	**SUBTIPO VERTEBRADOS** Endoesqueleto con una columna vertebral dorsal. Dos pares de apéndices. Sistema circulatorio cerrado, corazón de 2 a 4 cámaras. Cerebro y órganos sensoriales muy desarrollados. **PECES:** Cuerpo fusiforme recubierto por escamas. Miembros transformados en aletas. Esqueleto cartilaginoso u óseo. Varias aberturas branquiales o una sola cubierta por opérculo. Algunos presentan una vejiga natatoria como órgano de flotación. Se clasifican en peces cartilaginosos y peces óseos. La mayoría ovulíparos. **ANFIBIOS:** La mayoría presenta patas andadoras. Tegumento desnudo con numerosas glándulas. Respiración por pulmones, cutánea, branquias y/o bucofaríngea. En general, atraviesan una metamorfosis. La mayoría ovulíparos. **REPTILES:** Tegumento cubierto por escamas o placas. Pueden tener patas andadoras o carecer de ellas. Respiración pulmonar. Desarrollo embrionario en huevo con cáscara y con anexos embrionarios. La mayoría ovíparos. **AVES:** En la mayoría, el primer par de apéndices son alas. Las patas cubiertas por escamas constituyen el segundo par de apéndices. Pico córneo sin dientes. Cuerpo cubierto por plumas. Huesos huecos y sacos aéreos que intervienen en la respiración pulmonar. Endotermos. Ovíparos con cuidado de crías. **MAMÍFEROS:** Cuerpo cubierto de pelos. Presencia de glándulas sudoríparas, sebáceas y en especial, mamarias. Cerebro muy desarrollado. Comportamiento complejo. Endotermos. Vivíparos (excepto monotremas). Cuidado de crías.

Reino Plantas

Organismos eucariontes multicelulares fotoautótrofos.



División Espermatofitas

Organismos que poseen conductos o vasos por los que circula el agua y otros nutrientes y se reproducen por semillas.



Subdivisión Angiospermas

Organismos cuyas semillas están protegidas por un fruto.



Clase Dicotiledóneas

Organismos con embrión con dos cotiledones.

Familia Asteráceas

Hierbas o arbustos de inflorescencia en capítulo, formada por muchas o pocas flores. Flores pequeñas de cáliz ausente. Fruto aquenio, semillas oleaginosas.

Género y especie *Helianthus annus*

Hierbas anuales o perennes, de hojas opuestas y por lo general simples, cultivadas, originarias de Norte y Centroamérica.



REINO PLANTAS: Organismos eucariontes multicelulares fotoautótrofos	
TIPO	**CARACTERÍSTICAS**
BRIOFITAS (CLASE MUSGOS)	Plantas no vasculares de 20 cm de altura aproximadamente. Carecen de tallos, hojas y raíces verdaderos. Alternancia de generaciones: el gametofito es la fase dominante. El esporofito está reducido y depende del gametofito para la nutrición. Dependen del agua para la fecundación.
PTERIDOFITAS (HELECHOS)	Plantas vasculares sin semilla. Alternancia de generaciones: el gametofito reducido es independiente nutricionalmente del esporofito. Esporofitos muy desarrollados con numerosas frondas características. Los esporangios se agrupan formando soros. Dependen del agua para la fecundación.
CONÍFERAS (DIVISIÓN MÁS GRANDE DE GIMNOSPERMAS)	Plantas vasculares con semillas desnudas (expuestas en esporofilos). El gametofito completamente reducido depende totalmente del esporofito. Hojas en forma de aguja. Flores unisexuales: conos masculinos (microsporas) y conos femeninos (macrosporas). Fecundación simple (da origen al embrión). No dependen del agua para la fecundación. Polinización principalmente por el viento.
ANTÓFITOS (PLANTAS CON FLORES)	Grupo dominante de las plantas vasculares con semillas. Óvulos u óvulos fecundados (semillas) dentro de un ovario de una flor que luego se transforma en fruto. Fecundación doble (da origen al embrión y al tejido nutritivo de reserva). No dependen del agua para la fecundación. En la polinización intervienen diversos agentes como el agua, el viento y los animales. Grupo de plantas más importantes para la supervivencia del hombre ya que constituyen la base de la agricultura. Se clasifican en dos clases: monocotiledóneas y dicotiledóneas.

REINO HONGOS: Organismos eucariontes unicelulares o pluricelulares heterótrofos por absorción
CARACTERÍSTICAS
Pared celular con quitina y otros polisacáridos (no celulosa). Inmóviles. Productores de esporas. En general, poseen células multinucleadas. Los organismos multicelulares superiores están formados por filamentos (hifas) que constituyen un micelio y en ciertas especies por estructuras reproductoras (con forma de sombrero) llamadas basidiocarpos.

REINO PROTISTAS: Organismos eucariontes unicelulares o pluricelulares fotoautótrofos o heterótrofos o ambos
CARACTERÍSTICAS*
Si tienen pared celular, ésta puede ser de variada composición. **UNICELULARES:** Pueden ser fotoautótrofos o heterótrofos. Algunos organismos versátiles pueden ser heterótrofos y fotoautótrofos. Principalmente, se clasifican según su forma de locomoción. **MULTICELULARES FOTOAUTÓTROFOS:** Se clasifican principalmente según sus pigmentos accesorios que enmascaran a la clorofila. Sésiles. **MULTICELULARES HETERÓTROFOS:** Sus cuerpos están formados por masas de citoplasma multinucleadas y se desplazan en forma similar a las amebas. Incluyen diferentes tipos de mohos. ***No existen criterios morfológicos y fisiológicos determinantes que unifiquen a estos organismos en forma natural.**

REINO MONERA: Organismos procariontes unicelulares quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos
CARACTERÍSTICAS
Pared celular compuesta por polisacáricos y peptidoglicanos (no celulosa). Diversidad de formas: cocos, bacilos y vibriones. Reproducción por fisión binaria. Se clasifican en: **EUBACTERIAS** (bacterias "verdaderas" y bacterias fotosintetizadoras) **ARQUEOBACTERIAS:** Algunos sistemáticos las separan del reino Monera y las agrupan en un nuevo reino o dominio. No poseen peptidoglicanos en su paredes celulares. Tienen lípidos de membrana diferentes de las demás células procariotas y eucariotas.



Las esponjas, las anémonas y los corales renuevan el agua por el movimiento de cilias o flagelos de células especializadas.

Los peces que carecen de escamas, como las anguilas, pueden respirar a través de la piel.

Los insectos que pasan toda su vida bajo el agua, como algunas arañas y escarabajos, obtienen oxígeno de una burbuja de aire atmosférico adherida a la región ventral de su cuerpo, o entre sus patas.

Obtención de oxígeno

En los organismos, la energía se obtiene por medio del proceso de degradación de los nutrientes. En la gran mayoría de ellos, el **oxígeno** interviene en este proceso. Para estos organismos es vital el **intercambio gaseoso** que consiste en la incorporación de oxígeno para extraer la energía de los alimentos, y la liberación de los desechos, como el dióxido de carbono, originados de ese proceso.

Los organismos unicelulares y pluricelulares heterótrofos, como los hongos, las esponjas, las anémonas de mar y los corales, entre otros, poseen una organización corporal en la que sus células están próximas a la fuente externa de oxígeno, y el intercambio de gases se produce de célula en célula por difusión. Este tipo de pasaje es sumamente lento e insuficiente para organismos con una organización corporal más compleja.

Las lombrices de tierra ventilan el aire que las rodea a través del movimiento que produce su cuerpo mientras se desplazan.

Los organismos de organización corporal compleja, como los vertebrados, poseen un sistema respiratorio con amplias membranas húmedas y delgadas por donde se produce el intercambio gaseoso por difusión. En estos organismos es vital que el medio (agua o aire) se renueve frecuentemente para que no se reduzca la disponibilidad de oxígeno, ni se incremente el contenido de dióxido de carbono. Los anfibios adultos, por ejemplo, renuevan el aire por los movimientos de la base de su boca. En cambio, los reptiles, las aves y los mamíferos ventilan el aire con los movimientos de su caja torácica.

RESPIRACIÓN CUTÁNEA O TEGUMENTARIA

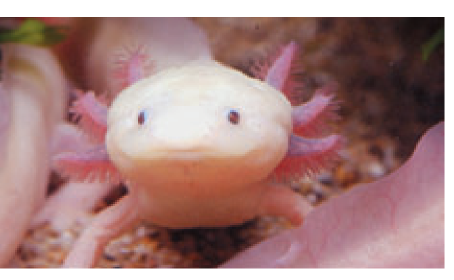
En algunos animales, como las lombrices de tierra y pequeños artrópodos, el intercambio gaseoso se produce a través de toda la superficie corporal (**respiración tegumentaria** o **cutánea**).

La difusión cutánea es particularmente importante para la respiración de las larvas y ninfas de la mayoría de los insectos, tanto si viven en hábitats acuáticos como en terrestres.

Este tipo de respiración es muy importante en los anfibios. En algunas especies de ranas, más del 70% del dióxido de carbono se expulsa a través de la piel.

Las lombrices de tierra mantienen húmeda su superficie corporal por medio de la secreción de un mucus. El oxígeno del aire que se encuentra en el suelo se disuelve en esta envoltura húmeda y difunde hacia la sangre de los capilares superficiales del tegumento. Sin embargo, la fuente de oxígeno se reduce cuando llueve porque los poros del suelo se llenan de agua. En esta situación, estos organismos salen a la superficie y exponen sus cuerpos al aire.

En los anfibios, el intercambio gaseoso se produce a través de la piel, la boca y los pulmones.



En las larvas de sapos y ranas, o **renacuajos**, las branquias son externas y desaparecen cuando estos organismos se convierten en adultos de respiración pulmonar. En los anfibios con metamorfosis incompleta o sin metamorfosis, las branquias se conservan a menudo durante toda la vida, como en el caso de los axolotes.

RESPIRACIÓN BRANQUIAL

Las **branquias** son estructuras por las que se produce el intercambio gaseoso a través de su superficie húmeda. La corriente de agua se mantiene por el movimiento de las branquias, de cilias, o del animal. En general las branquias son formaciones plumosas y bien irrigadas por la sangre, dispuestas de tal manera que exponen una gran superficie para el intercambio gaseoso.

En algunos organismos, las branquias son externas, como en algunos anélidos y equinodermos. En otros, en cambio, están encerradas en cámaras, como en los moluscos, los crustáceos y los peces óseos.

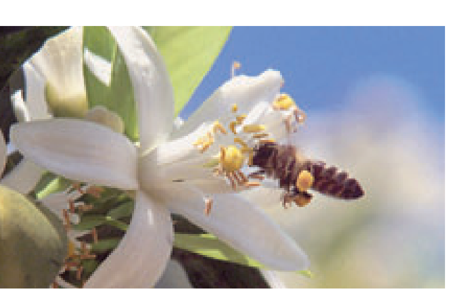
En los moluscos, como los mejillones, las branquias se encuentran en el interior de la cavidad paleal y la circulación de agua se produce por la acción de cilias. Esta ubicación las repara del roce que pueden sufrir mientras estos organismos se desplazan.

En la mayoría de los crustáceos, las branquias están dentro de una cámara y la renovación de agua se realiza por el movimiento de las patas.

Las branquias más sencillas son las de los erizos y estrellas de mar. Son pequeñas estructuras externas y huecas y la circulación del agua se produce por acción ciliar.

En los peces óseos, las branquias están protegidas por el opérculo y el agua se renueva porque esta estructura se mueve alternadamente con la boca.

Los peces cartilaginosos, como el tiburón, no tienen opérculo y la corriente de agua se produce por los movimientos de la boca y el desplazamiento del organismo.



Las abejas, avispas y otros insectos voladores regulan el ritmo respiratorio con la apertura y cierre de los espiráculos.

RESPIRACIÓN TRAQUEAL

En el ambiente aeroterrestre, las condiciones que favorecen el intercambio de gases, facilitan también la pérdida del agua corporal.

La mayoría de los insectos que viven en este ambiente tienen una cubierta impermeable al agua, pero también al oxígeno. Estos organismos respiran mediante **tráqueas**, delgados conductos con sus extremos abiertos a los costados del cuerpo, a través de una serie de **espiráculos**. Las tráqueas facilitan la obtención de oxígeno por difusión y su circulación hacia las células. La mayor parte del agua que se evapora en estos insectos, sale a través de los espiráculos. Cada espiráculo está provisto de un mecanismo que regula la pérdida de agua. Normalmente, los espiráculos se mantienen cerrados, solo se abren el tiempo suficiente para mantener la función respiratoria.

Los insectos voladores tienen sacos aéreos que se llenan y vacían por los movimientos del cuerpo. Cuando el insecto está en reposo, la obtención de oxígeno se realiza únicamente por difusión. A medida que aumenta la demanda de oxígeno, comienzan los movimientos de bombeo ventilatorio y aumenta el ritmo de apertura y cierre de los espiráculos, lo que produce una corriente de aire.



Los pulmones de las ranas y los sapos suelen aparecer al final del período larvario. Cuando estos organismos son adultos, la ventilación de sus pulmones se produce por el movimiento característico de la base de sus bocas.

RESPIRACIÓN PULMONAR

Los organismos de **respiración pulmonar** se diferencian por la superficie de intercambio gaseoso que poseen sus pulmones.

Los pulmones más sencillos son bolsas o sacos cuyas paredes están recubiertas por una membrana respiratoria. Un poco más complejos son aquellos pulmones en cuyo interior la membrana se repliega y, en consecuencia, la superficie de intercambio gaseoso es mayor. De mayor complejidad aún son los pulmones divididos en numerosa cantidad de cámaras revestidas por membranas respiratorias.

Generalmente, los pulmones de los reptiles son dos órganos con forma de saco. En los lagartos, los pulmones tienen una zona sin alvéolos que actúa como depósito de aire y les permite inflar su cuerpo como comportamiento de agresión o de defensa. Como los anfibios, los reptiles carecen de diafragma, pero la presencia de caja torácica les permite un intercambio gaseoso más efectivo.



En las serpientes, uno de los pulmones suele ser muy pequeño y casi no funcional.

Las aves tienen dos pulmones pequeños pero muy capilarizados. Además, poseen grandes sacos aéreos que se ramifican entre las vísceras e incluso penetran en las cavidades de algunos huesos. Los **sacos aéreos** sirven como reservorio de aire, disminuyen la densidad del cuerpo de estos organismos y también la temperatura de su cuerpo mientras vuelan.

Si bien cuando un ave está en reposo la ventilación se produce por el movimiento de su caja torácica, mientras vuela ésta permanece rígida. En esa situación, la ventilación la realizan los movimientos de los músculos pectorales, que acercan y alejan el esternón de la columna vertebral.

Como en el organismo humano, los pulmones de los demás mamíferos son los de mayor complejidad y se encuentran dentro de la cavidad torácica limitada por las costillas, los músculos intercostales y el **diafragma**.

En las ballenas, que permanecen sumergidas durante tiempos prolongados, el diafragma está abombado, con lo cual se amplía la capacidad de reserva de aire en los pulmones.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Peso de alimento requerido por algunos organismos:

- koala: 1-1,5 kg de hojas de eucalipto/día;
- ballena azul: 1 tn de krill/día;
- vaca: 70 kg de pasto cada 8 hs;
- elefante marino: 50 kg de peces/día;
- león: 5-6 kg de carne 3 veces por semana; y
- oso polar: 9-10 kg de carne/día.

Circulación de los nutrientes

La circulación de los nutrientes dentro del interior del organismo es un requisito previo a la extracción de la energía que contienen.

La capacidad de transporte también es importante para el desplazamiento de otros materiales desde los lugares de origen hacia los de consumo.

En los organismos unicelulares y pluricelulares de organización corporal sencilla, la o las células están próximas entre sí y el medio exterior. Por lo tanto, así como los nutrientes ingresan en el cuerpo por difusión, los desechos metabólicos son liberados por el mismo fenómeno.

Los organismos pluricelulares de organización más compleja tienen un **sistema circulatorio** conformado por uno o más vasos principales, de los que se ramifican otros de menor diámetro y de paredes más delgadas; que a su vez pueden volver a ramificarse en otros de menores dimensiones, los **capilares**.

La hemoglobina y la hemocianina son sustancias transportadoras de gases presentes en la sangre de algunos grupos de organismos.

La **hemoglobina** es característica de los vertebrados, anélidos, muchos moluscos, algunos crustáceos y equinodermos. La **hemocianina** es típica de los crustáceos más grandes y moluscos.

Los insectos no tienen sustancias transportadoras de gases. Sin embargo, su sistema de tráqueas permite el ingreso de oxígeno a cada célula, el intercambio gaseoso, y la salida de dióxido de carbono.



1. Reúnan en grupos los organismos heterótrofos de todas las imágenes de este capítulo teniendo en cuenta la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Clasifiquen todos los organismos de las imágenes de este capítulo según los siguientes criterios:
- alimentación;
- forma de incorporación del alimento;
- tipo de digestión;
- forma de obtención del oxígeno; y
- forma de circulación de nutrientes.

CIRCULACIÓN ABIERTA Y CERRADA

En algunos grupos de organismos, los vasos se conectan entre sí, cerrando el circuito que transita la sangre. En estos seres vivos, la sangre realiza una **circulación cerrada**. Otros grupos, presentan **circulación abierta** y la sangre circula por los vasos hacia **cavidades sanguíneas** o **senos**.

Los insectos, cangrejos, langostas, mejillones y almejas tienen circulación abierta.

Tanto en una circulación abierta como en una cerrada, la sangre fluye por el bombeo del corazón y, en ciertos casos, ayudada por la contracción de las paredes de los vasos.

En los invertebrados, el corazón se encuentra en **posición dorsal** con respecto al tubo digestivo; en los vertebrados, en cambio, siempre se halla en **posición ventral**.

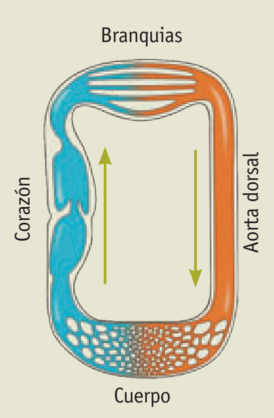
En las lombrices, insectos, arañas y cangrejos su corazón es un **vaso pulsátil** que impulsa la sangre por sus movimientos de contracción y dilatación.

Los reptiles son el primer grupo de vertebrados totalmente aeroterrestres y, junto con las aves y los mamíferos, poseen una respiración pulmonar eficiente cuyo desarrollo trae aparejado un cambio en la estructura del corazón.



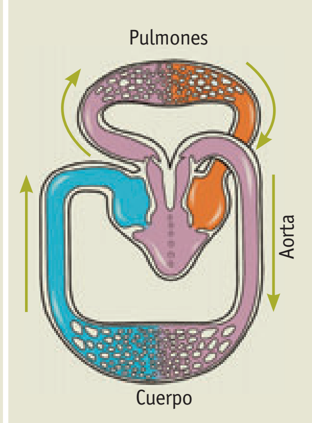
Las lombrices, los calamares, los pulpos y todos los vertebrados tienen circulación cerrada.

SISTEMA CIRCULATORIO EN LOS VERTEBRADOS



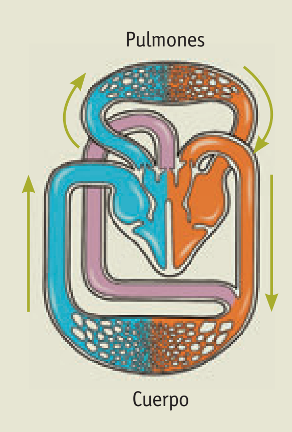
Circulación en peces

En los peces, el corazón es una estructura tubular dividida en 2 cámaras principales: **una aurícula** y **un ventrículo**. Cuando esas cámaras se contraen, impulsan una corriente de sangre no oxigenada por la **aorta ventral**, desde el cuerpo hacia las branquias. En estos órganos se produce el intercambio gaseoso, y la sangre oxigenada circula por la aorta dorsal hacia todo el cuerpo.



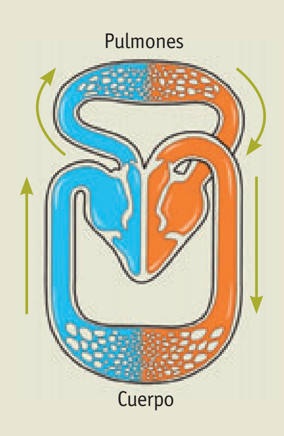
Circulación en anfibios

El corazón de los anfibios adultos posee 3 cámaras: **dos aurículas** totalmente separadas por un tabique, y **un ventrículo**. Al ventrículo llega sangre oxigenada desde los pulmones, que ingresa por la aurícula izquierda; y sangre carboxigenada desde el cuerpo que entra por la aurícula derecha. Allí las corrientes se mezclan parcialmente. Sin embargo, este fenómeno no es perjudicial para estos organismos porque la sangre que llega al lado derecho del ventrículo fue oxigenada previamente en la piel (**respiración pulmonar** y **cutánea**).



Circulación en reptiles

En la mayoría de los reptiles, el corazón tiene 3 cámaras: **dos aurículas** y **un ventrículo**. En el único ventrículo hay un tabique incompleto que casi lo divide en dos cámaras. Esta estructura evita una mezcla total de la sangre carboxigenada proveniente del cuerpo por la aurícula derecha, con la sangre oxigenada que llega desde los pulmones por la aurícula izquierda.



Circulación en aves y mamíferos

Las aves y los mamíferos tienen el corazón conformado por 4 cámaras: **dos aurículas** y **dos ventrículos** completamente separados por un tabique interventricular. En estos organismos, la sangre oxigenada proveniente de los pulmones no se mezcla con la sangre carboxigenada que llega desde el cuerpo. Las aves y los mamíferos, a diferencia de los reptiles, los peces y los anfibios, tienen **circulación completa** y **doble**.

Liberación de los desechos

La circulación interna es una propiedad de los organismos que favorece el tránsito de nutrientes y otros materiales vitales por el organismo. Pero la circulación también facilita la eliminación de los desechos originados en los procesos celulares y, con ello, mantener constante el medio interno. Por ejemplo, la célula que compone el cuerpo de los organismos unicelulares y las que conforman ciertos seres pluricelulares de organización corporal sencilla, poseen **vacuolas excretoras** que almacenan desechos en solución. Esas vacuolas liberan periódicamente esos desechos por contracción de su membrana.

A partir de los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos, se produce una variedad de **desechos tóxicos**. La degradación de las proteínas y de los ácidos nucleicos, por ejemplo, produce desechos que contienen nitrógeno. Estos materiales son tóxicos y deben ser liberados o excretados del interior del cuerpo.

Si bien cualquier superficie descubierta puede funcionar como área de excreción, la mayoría de los animales poseen **sistemas tubulares** especializados que filtran y liberan los desechos al medio.

Entre los desechos nitrogenados que liberan los organismos heterótrofos, los más frecuentes son el amoníaco, la urea y el ácido úrico. Esos seres vivos pueden clasificarse según el tipo de material nitrogenado que se encuentra en mayor proporción entre los productos desechados.

El **amoníaco** es un desecho muy tóxico y soluble en agua. Si en el interior de un organismo se concentra una cantidad de amoníaco que supera su nivel de tolerancia, este material es excretado en solución acuosa. Los **organismos amoniotélicos** son todos acuáticos y excretan el amoníaco disuelto en abundante cantidad de agua.

La **urea** es un desecho menos tóxico que el amoníaco y también muy soluble en agua. Los **organismos ureotélicos** son característicos de los ambientes donde el agua no es abundante ni tampoco escasa.

El **ácido úrico** es un desecho menos soluble que los anteriores y no muy tóxico. Los **organismos uricotélicos** eliminan de su cuerpo este material como cristales, como una pasta, o como un polvo mezclado con la materia fecal. El estado en que se libera este desecho, evita la deshidratación del organismo que lo excreta.

Algunos vertebrados viven en ambientes donde el agua es escasa, otros, en cambio, donde hay en abundancia. La estructura y funcionamiento de los riñones de los vertebrados permiten interpretar la disponibilidad de agua en el medio donde habitan.

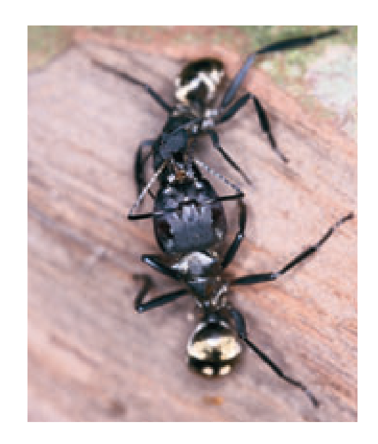
Por ejemplo, el tamaño y la cantidad de los glomérulos renales están en directa relación con el volumen de sangre filtrada en cierto período. Glomérulos grandes significa gran volumen de sangre filtrada. Después de la filtración, la orina circula hacia los túbulos renales, donde se recuperarán otros materiales vitales.

Muchos vertebrados marinos habitan en un medio que tiene una concentración de sales mayor que la de su sangre; por eso el agua tiende a salir de sus cuerpos. Sin embargo, sus riñones reabsorben y retienen el agua. Por eso estos organismos excretan orina más concentrada. En los vertebrados acuáticos que habitan lagos, ríos y arroyos, el agua tiende a entrar permanentemente en sus cuerpos. Pero sus riñones están compuestos por grandes glomérulos que eliminan el exceso de este líquido. Por eso estos organismos excretan orina muy diluida.

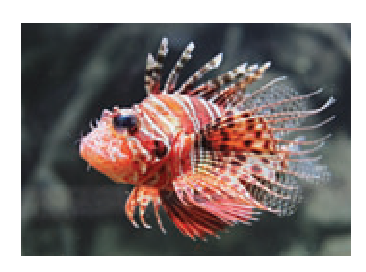
Los vertebrados terrestres regulan su medio interno de manera similar a la de los organismos marinos. Los riñones de los reptiles y las aves tienen pocos glomérulos y túbulos largos que reabsorben agua y concentran la orina.



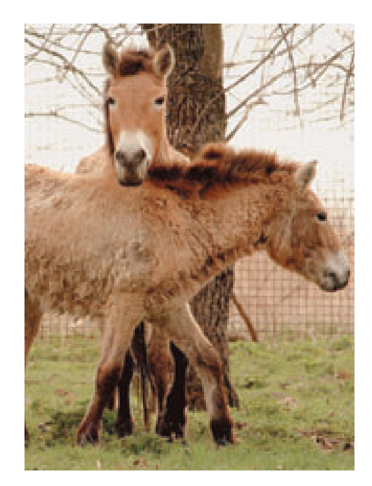
Las tortugas, aves e iguanas marinas tienen cierto exceso de sodio y potasio en sus tejidos que regulan a través de un órgano secretor de sales que poseen en su cabeza.



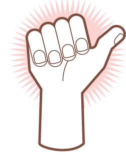
Los insectos, las aves y muchos reptiles excretan ácido úrico, son uricotélicos.



Los peces óseos excretan amoníaco, son organismos amoniotélicos.



Los mamíferos, los anfibios y los peces cartilaginosos excretan urea, son organismos ureotélicos.



En la página 291 encontrarán un proyecto de investigación para resolver un problema sobre la nutrición de los vegetales.

Organismos autótrofos

Los **organismos autótrofos** obtienen materia y energía a partir de la síntesis de su alimento, pero no todos utilizan el mismo tipo de energía en este proceso anabólico. Por eso, éste es un criterio que permite clasificarlos en dos grandes grupos:

- **organismos fotoautótrofos:** son aquellos que sintetizan su alimento a partir de la energía lumínica. La mayoría habita **ambientes fóticos** (con periodos de iluminación); y
- **organismos quimioautótrofos:** son aquellos que sintetizan su alimento a partir de la energía química contenida en sustancias de composición sencilla. La mayoría habita **ambientes afóticos** (carentes de luz) y en condiciones extremas de salinidad, temperatura, etcétera.

Quimioautótrofos
Este grupo de los quimioautótrofos está formado por algunas eubacterias y las arqueobacterias (organismos procariotas). Estos organismos obtienen materia y energía de la oxidación de compuestos inorgánicos, en presencia de O_2 y ausencia de luz. De acuerdo con el sustrato a partir del cual sintetizan sus nutrientes, los organismos quimioautótrofos suelen ser clasificados en subgrupos:

- **bacterias nitrificantes:** usan compuestos reducidos de nitrógeno inorgánico como fuente de energía;
- **bacterias del azufre:** emplean sulfuro de hidrógeno (H_2S), azufre elemental o sus óxidos parcialmente reducidos como fuente de energía; y
- **bacterias del hierro:** oxidan hierro y manganeso reducidos.

Organismos fotoautótrofos

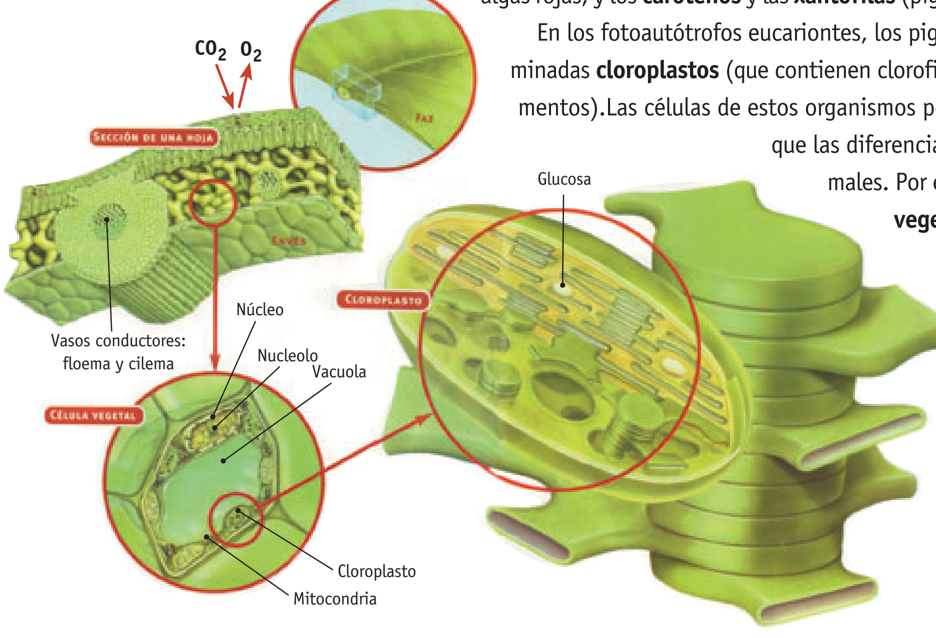
Las plantas, las algas y algunas bacterias son organismos fotoautótrofos porque usan la energía lumínica en la síntesis de su alimento (**fotosíntesis**). En este proceso anabólico intervienen pigmentos fotosintéticos como las **clorofilas a** y **b**. Durante la fotosíntesis los fotoautótrofos sintetizan **glucosa**, una sustancia orgánica rica en energía química que luego es degradada en la respiración celular de estos organismos.

$$6H_2O + 6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

En una planta tipo, el agua ingresa por las raíces a través del proceso denominado ósmosis; y asciende por el tallo circulando por un sistema de vasos que conforma el **xilema** o **tejido leñoso**. Por estos vasos el agua llega a cada una de las células de la planta. El dióxido de carbono atraviesa los **estomas** por difusión y por este mismo proceso llega a cada una de las células. Una vez sintetizado el alimento, éste circula desde las hojas hacia el resto de la planta a través de un sistema de vasos denominado **floema** desde las hojas a todas las células del cuerpo.

La variedad de colores que pueden presentar los organismos fotoautótrofos se debe a la presencia de otros pigmentos que enmascaran el verde de las clorofilas, como la **ficoeritrina** de las algas rojas, y los **carotenos** y las **xantofilas** (pigmentos amarillo y anaranjado de las plantas).

En los fotoautótrofos eucariontes, los pigmentos están en organelas específicas denominadas **cloroplastos** (que contienen clorofila) y **cromoplastos** (que contienen otros pigmentos).Las células de estos organismos poseen, además, otras estructuras y organelas que las diferencian de las que componen el cuerpo de los animales. Por ejemplo, la membrana plasmática de la **célula vegetal** está recubierta por una estructura rígida de celulosa, la **pared celular**, que solo puede ser atravesada por moléculas pequeñas. Gran parte de su citoplasma está ocupado por grandes **vacuolas** con soluciones de nutrientes o desechos. Otras organelas características de las células vegetales son los **amiloplastos**, que constituyen espacios de reserva de almidón.



34 || CLARIN || INFORMACIÓN GENERAL || LUNES 23 DE DICIEMBRE DE 2002

DURA ADVERTENCIA DE LOS CIENTÍFICOS

Flora y fauna de la Argentina, invadidas por especies exóticas

Las especies “introducidas” causan un impacto negativo sobre las nativas.

Valeria Román

Unos se apropian del territorio ajeno. Los otros, los nativos, retroceden hasta perder casi su lugar en el mundo. Así es la historia de animales, plantas, algas y otros organismos que fueron mudados y que causan desequilibrios en el territorio que pasaron a ocupar.

En la Argentina ya se importaron 378 especies que modificaron la tranquila vida de especies nativas y recién ahora se tiene conciencia sobre su impacto.

En el nuevo hábitat, ciertos bioinvasores no encuentran los controles naturales. Y si pueden reproducirse y dispersarse, se expanden con ventaja sobre las nativas. Compiten por el alimento, como ocurre con la liebre europea y la vizcacha nativa. O bien se alimentan de otras especies, como el ciervo colorado con el maqui, un arbusto de Bariloche.

Incluso, hay bioinvasores que pueden transformar el ambiente “tomado”. Por el castor canadiense, los bosques de Tierra del Fuego se llenaron de lagunas.

En El Palmar había una sabana de palmeras y pastos, con bosques ribereños en los márgenes de los arroyos y del río Uruguay. El paraíso fue traído desde Asia como una planta ornamental a principios del siglo XX. Después, entraron el arbusto crataegus, el ligustro y la acacia negra. Al formarse el parque nacional, se suprimieron los incendios y los pastoreos del ganado y esto propició el avance de las exóticas.

También llegó fauna exótica, como los jabalíes que contribuyeron a la dispersión del paraíso y del crataegus al comer sus frutos. Existen también algunas evidencias de que los jabalíes destruyen plántulas y cocos de palmera al comérselos.

En Capital y Gran Buenos Aires, una bandada de pájaros amenaza con trastornarlo todo. Se trata de los estorninos pintos, unas aves negruzcas con pico anaranjado, que llegaron en cautiverio desde Europa en los ochenta. Los estorninos encontraron aquí un lugar ideal para desplazar a pájaros nativos en la competencia por nidos y alimentos. Pero la invasora costera más molesta del momento quizá sea el alga parda wakame, que fue introducida en 1994 aproximadamente desde Asia en el Golfo Nuevo y en otras áreas de Chubut. El punto es que esta alga (conocida como la “maleza de los mares”) se acumula en la playa y se pudre, algo que –en muchas toneladas– afecta a la playa de Puerto Madryn.

Poco espacio les quedó a los pastizales de la Pampa original que se trataron de conservar en el parque del partido bonaerense de Tornquist, cerca de Sierra de la Ventana. A principios del siglo XX, varios estancieros forestaron sus campos con varias especies de pinos. En 1987, después de un gran incendio, los pinos –como el de Alepo– empezaron a ganar terreno: los pinos aumentaron 10 veces la superficie que ocupaban.

También están en problemas los peces nativos. La introducción de la trucha arco iris, en ríos y arroyos patagónicos, dejó confinada a la mojarra desnuda a sobrevivir en el Arroyo Valcheta, en la provincia de Río Negro.

ACTIVIDADES

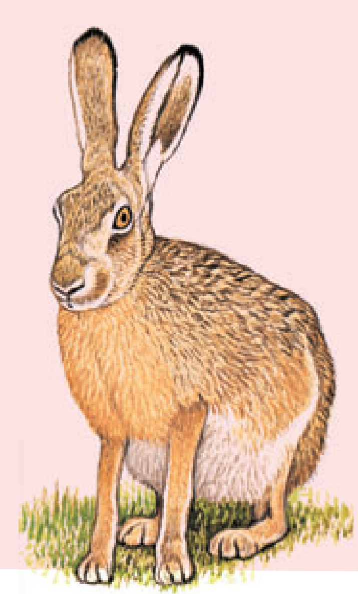
1. Copien la trama conceptual de la página 239 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

2. Después de la lectura del artículo de esta página:

a. identifiquen si responde a las características de un texto descriptivo, explicativo, argumentativo o justificativo.

b. Busquen información sobre otras especies bioinvasoras en nuestro país.





PARTE II
HOMEOSTASIS EN OTROS ORGANISMOS

11 RELACIÓN Y BIODIVERSIDAD

La vida y la relación

Todos los seres vivos, conformados por una sola célula o por muchas de ellas, tienen la superficie de su cuerpo expuesta al medio que los rodea. En esa superficie hay receptores o sensores que captan gran variedad de estímulos y que les permiten responder de una u otra forma a las señales recibidas.

En los seres vivos de organización más sencilla, como los unicelulares, los receptores pueden ser determinadas porciones de la membrana plasmática, especializadas en la detección de ciertos estímulos como la luz, el calor o un medio ácido. Por ejemplo, cuando se derrama petróleo en el mar, muchos organismos unicelulares marinos detectan éste y otros hidrocarburos de bajo peso molecular y mueren.

Muchos organismos pluricelulares, en cambio, tienen estructuras, órganos o un conjunto de ellos, especializados en la recepción de ciertas señales, como los sentidos de los animales.

El topo nariz de estrella vive en túneles que excava con sus fuertes uñas. Su sistema de recepción de estímulos más especializado es el órgano táctil con forma de estrella que rodea su nariz. El sensible órgano está compuesto por 22 tentáculos carnosos cubiertos por numerosos poros sensoriales que también tienen forma de estrella. Este extraño animal tarda 325 milisegundos en detectar la presencia de una lombriz, su principal alimento, y engullirla.

Ameba y topo nariz de estrella.

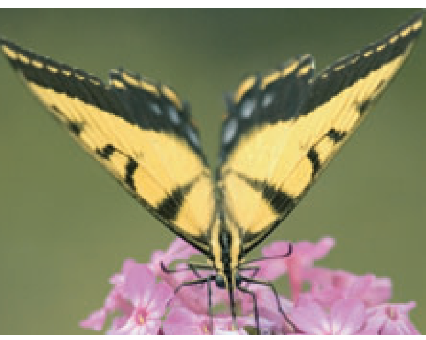
Quimiosensibilidad
Quimioautótrofos
Feromonas
Unilocular
Procariontes
Célula
Sensibilidad
Fotosensibilidad
Fotosíntesis
Fotoautótrofos
Autótrofos
Eucariontes
Mecanosensibilidad
Visión
Binocular
Homeostasis
Biodiversidad
Relación
Audición y fonación
Ecolocalización
Ritmo circadiano
Heterótrofos
Sostén y movimiento
Circulación de los nutrientes
Termorregulación
Branquial
Respiración
Pulmonar
Tegumentaria
Traqueal

Recepción de estímulos en los animales

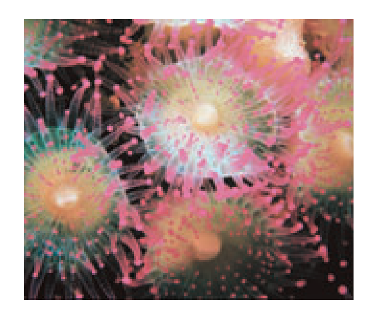
Además de ser organismos eucariontes, multicelulares y heterótrofos, los animales comparten otra propiedad que les permite obtener información sobre el medio externo: la recepción de señales o sensibilidad. Según el tipo de señal que estimula los receptores, la **sensibilidad** puede clasificarse en:

- **quimiosensibilidad**: propiedad en la que intervienen quimiorreceptores que detectan moléculas específicas;
- **mecanosensibilidad**: propiedad en la que participan mecanorreceptores que captan deformaciones, estiramientos, vibraciones y sonidos;
- **fotosensibilidad**: propiedad en la que fotorreceptores se sensibilizan cuando reciben ondas lumínicas; y
- **termosensibilidad**: propiedad en la que termorreceptores detectan radiación infrarroja.





En general, los ojos de las aves están muy desarrollados. Pero, a diferencia de los mamíferos, tienen los ojos fijos en las órbitas y deben mover la cabeza para dirigir la visión.
En los insectos, las antenas son órganos muy sensibles a las vibraciones. Los órganos de percepción acústica de las mariposas están en la base de sus antenas.



Las anémonas perciben la cercanía del alimento a través de quimiorreceptores que poseen en la superficie de su cuerpo y reaccionan extendiendo sus tentáculos hacia el lugar donde se encuentra el material alimenticio.

QUIMIOSENSIBILIDAD La **quimiosensibilidad** o **quimiorrecepción** es una propiedad característica de los animales y para muchos de ellos es la forma principal de obtener información sobre variaciones en el ambiente. Estos organismos reciben señales químicas del medio exterior a través de los **quimiorreceptores**. Dichos estímulos se transforman en información (**transducción de la señal**) que puede originar cambios tanto en el comportamiento como en la fisiología de los animales.

Los quimiorreceptores son neuronas con parte de su superficie ciliada y en contacto con un medio húmedo, en el que se disuelven las sustancias químicas. Estas células sensoriales pueden estar distribuidas en la superficie corporal, o agrupadas en una región específica conformando un órgano sensitivo.

Las lombrices de tierra pueden detectar el grado de acidez del suelo porque sus quimiorreceptores están distribuidos por toda la superficie del cuerpo. Por ejemplo, algunas especies no construyen galerías en suelos muy ácidos.

La quimiorrecepción a distancia es muy importante en los animales que se desplazan de un lugar a otro. Les permite localizar el alimento, detectar sus predadores y seleccionar un lugar, una pareja o reconocer a su cría.

En los vertebrados, los quimiorreceptores se encuentran organizados en **órganos del gusto** y **del olfato**.

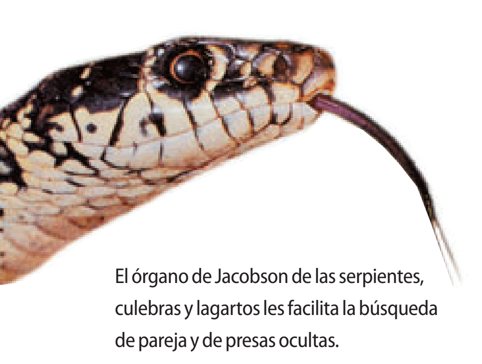
Según su capacidad olfativa, los vertebrados pueden ser clasificados en **macrosmáticos**, cuya olfación está muy desarrollada; y **microsmáticos**, de muy pobre sentido del olfato. En general, los mamíferos, los reptiles y los peces son seres macrosmáticos; las aves y los anfibios, en cambio, son microsmáticos.

En las serpientes y lagartos, el olfato está localizado en el techo de la boca, en una región denominada **órgano de Jacobson**. Cuando estos reptiles sacan su lengua bífida, quedan atrapadas allí moléculas de diversas sustancias disueltas en el aire que son transportadas al órgano de Jacobson, donde son percibidas por los quimiorreceptores que contiene. Por eso los especialistas consideran que estos animales usan su lengua como órgano del olfato, y no del gusto como los humanos.

Entre los peces, aquellos que viven en aguas superficiales y en agua dulce poseen muy poco olfato. En cambio, los machos que habitan las profundidades marinas tienen este sentido muy desarrollado y son atraídos por los olores específicos que emiten las hembras, a las que no podrían distinguir de otra manera debido a la oscuridad de ese ambiente.



En sus patas, las moscas tienen quimiorreceptores con los que detectan azúcares, proteínas y otras moléculas. Cuando estos insectos se posan sobre un alimento, están "saboreándolo".



El órgano de Jacobson de las serpientes, culebras y lagartos les facilita la búsqueda de pareja y de presas ocultas.



En la mayoría de los mamíferos, el sentido del gusto se encuentra en la boca y el del olfato en el interior de la nariz.



Las ballenas no tienen olfato porque carecen de receptores olfatorios.



En sus antenas, las hormigas tienen quimiorreceptores con los que captan el alimento y se comunican entre sí. Mientras se dirigen hacia el alimento, estos insectos segregan feromonas que determinan el camino hacia el material alimenticio.



Entre las abejas, las feromonas son importantes en la división social de la colmena. La reina regula el ciclo reproductor por medio de una feromona que inhibe el desarrollo de los ovarios de las obreras y atrae a los machos hacia ella durante el vuelo nupcial.



El macho de las mariposas del gusano de seda es atraído por una feromona librada por la hembra. Cada antena del macho tiene aproximadamente 10 000 pelitos quimiorreceptores con los que capta esta sustancia a varios kilómetros de distancia.

Una de las formas en que los individuos de la misma especie se comunican entre sí está relacionada con su quimiosensibilidad. Resulta difícil para los humanos concebir una comunicación basada en señales químicas, sobre todo porque nuestra cultura se basa en un lenguaje visual y auditivo. Sin embargo, muchos animales se comunican a través de ciertas sustancias denominadas feromonas.

Las **feromonas** son hormonas que los organismos liberan en el ambiente en muy pequeñas cantidades. Estos mensajeros químicos pueden ser detectados a gran distancia, por contacto directo o por vía oral. En cada caso, las feromonas desencadenan respuestas específicas en el individuo que recibe el mensaje. Por lo tanto, este tipo de quimiosensibilidad requiere de estructuras especializadas tanto en el emisor como en el receptor del mensaje.

Las feromonas intervienen en la atracción de individuos entre sí; en la identificación de los miembros de su propia especie y diferenciación con los individuos de otra; en el rastreo de una fuente de alimento o del nido; y en la marcación del territorio. De acuerdo con estas actividades, las feromonas son clasificadas en dos categorías principales:

- **feromonas inhibidoras**, liberadas en situaciones de defensa y protección; y
- **feromonas activadoras**, liberadas para señalar un camino, una presencia o desencadenar un complejo proceso reproductivo.

Las hormigas son insectos sociales que se comunican a través de múltiples "lenguajes químicos". Los científicos han estudiado cerca de diez tipos de feromonas diferentes entre sí, que las hormigas liberan en múltiples y variadas situaciones, como por ejemplo, en la orientación hacia el alimento y en el aviso de peligro.

La orientación hacia el alimento la origina una feromona liberada por una glándula específica de la región posterior del abdomen de las hormigas obreras, que escurre por una estructura con forma de dardo. A intervalos regulares, estas hormigas apoyan el dardo sobre el suelo y cae una minúscula gota de la señal química. Esta sustancia atrae a las demás hormigas, quienes a su paso dejan una marca similar.

Ciertas hormigas también liberan feromonas de alarma que producen en una glándula de su mandíbula. Cuando una hormiga detecta peligro, emite esta feromona que provoca la aproximación de otras que también liberan esta señal química. Cuanto mayor es el peligro, mayor es el número de estos insectos dispuestos para la defensa.

Aun después de muertas, las hormigas despiden una feromona cuyo olor hace que rápidamente las obreras echen el cadáver fuera del hormiguero.

Los mamíferos emiten feromonas a través de la orina, las heces o las secreciones de determinadas **glándulas odoríferas**.

Las glándulas más odoríferas son las que algunos mamíferos poseen en la región perineal y subcaudal. Los zorrinos son animales que se caracterizan por la potencia y persistencia de su olor.

Las alormonas

Estas sustancias son feromonas que intervienen en la quimiosensibilidad entre especies diferentes entre sí. Es decir, son liberadas por un individuo de una especie y condiciona el comportamiento de los de otra especie.

La reproducción de la pulga del conejo, por ejemplo, depende estrictamente del ciclo reproductor de la hembra del conejo. La cría de conejo libera una alormona que estimula en el parásito su apareamiento y puesta de huevos.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Las mariposas segregan muy poca cantidad de feromonas y, aun esas pequeñas cantidades, los machos las detectan a grandes distancias. Para extraer 12 mg de la feromona de la mariposa del gusano de seda, los especialistas tuvieron que usar 250 000 insectos. Con la cantidad de feromona que libera una sola hembra, se podría excitar a más de 1 millón de machos.

CON-TEXTO DE LA TECNOLOGÍA

Los cultivos y las feromonas

La carpocapsa es un tipo de oruga que preda las frutas de pepita (semillas), como las peras, las manzanas y los membrillos. Su nombre científico es *Cydia pomonella* y ocasiona graves pérdidas en la actividad frutihortícola del Alto Valle del Río Negro y del Neuquén.

Antes del invierno, las orugas se esconden debajo de la corteza de los árboles y allí se cubren con un fino hilo de seda, formando un capullo. A fin del invierno, se transforman en pupa y ésta en mariposa. En la primavera, emergen los adultos, machos y hembras, que copulan y depositan los huevos de los que nacerán larvas de aproximadamente 1,5 mm. Las larvas buscan un fruto, se introducen en él, se alimentan de las semillas y crecen. Cuando tienen una longitud de aproximadamente 16 a 22 mm, salen del fruto y se descuelgan sostenidas por un hilo de seda hasta encontrar un refugio. Allí, se transforman en pupa y luego en mariposa.

Los cultivadores de frutos de pepita controlan la carpocapsa mediante variados métodos.

El control químico consiste en pulverizar las plantas con biocidas específicos, antes de que los frutos sean invadidos por las orugas.

Sin embargo, actualmente la tendencia en control de plagas es la de buscar alternativas no contaminantes.

En general, el control biológico es un método de muy baja contaminación. La técnica de la confusión sexual (TCS) consiste en el uso de feromonas para erradicar la carpocapsa. Cuando las hembras adultas de carpocapsa pueden aparearse, liberan feromonas que los machos detectan a cientos de metros de distancia.

Mediante la TCS se colocan emisores de feromona sintética en todo el predio del cultivo. Entonces, los machos captan muchas fuentes de señales químicas simultáneamente y no pueden encontrar a las hembras para fecundarlas.



Muchos crustáceos tienen estatocistos en la base de sus antenas. Estos organismos perciben su posición y se orientan por el movimiento del estatolito dentro del estatocisto.

MECANOSENSIBILIDAD En la vida animal, la **mecanosensibilidad** o **mecanorrecepción** permite percibir la posición del cuerpo con respecto a la gravedad y mantenerlo en equilibrio. En general, los mecanorreceptores que intervienen en el mantenimiento del equilibrio son células sensibles y ciliadas similares a las que contiene el oído interno humano. Según el lado hacia donde se flexionan las cilias de estas células, la señal se transduce en información sobre la posición del cuerpo en el espacio.

En muchos invertebrados, los **estatocistos** son estructuras conformadas por una cámara revestida internamente por células sensibles ciliadas, rellena con un fluido y con un pequeño cuerpo sólido denominado **estatolito**. Cuando el animal cambia de posición, el estatolito se desplaza según la fuerza de gravedad y dobla las cilias de las células donde se apoya. Entonces, éstas se sensibilizan y generan una serie de impulsos nerviosos que informan al animal sobre su posición en el espacio.

Muchos crustáceos como los langostinos y los camarones, tienen estatocistos en la base de sus antenas. Si en uno de estos animales se reemplaza el estatolito por un trocito de hierro, al acercarle un imán puede lograrse que nade con el dorso hacia abajo.

Como los invertebrados, los vertebrados también tienen receptores del equilibrio. En estos animales estos mecanorreceptores están en el **oído interno** y están compuestos por células sensitivas ciliadas, conectadas con fibras nerviosas, líquido y pequeñas piedras llamadas **otolitos**.

A través de la mecanorrecepción, muchos animales también pueden percibir vibraciones del medio que los rodea, el agua o el aire.

En algunos animales, los receptores de vibraciones son células ciliadas ubicadas en ranuras longitudinales que contienen un fluido y que se abren al exterior mediante poros.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su quimiosensibilidad y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Busquen información sobre la organización entre los insectos denominados "sociales".

En los arácnidos que producen tela de araña, por ejemplo, estas ranuras u **órganos en hendidura** están en las articulaciones de las patas y en la región ventral del cuerpo. Cuando un insecto queda atrapado en la tela de araña, mientras intenta desprenderse hace vibrar el tejido. Estas vibraciones son detectadas por los órganos en hendidura que las arañas tienen en sus patas.



Cuando un insecto queda capturado en una tela de araña, las vibraciones "avisan" a la araña de su presencia. Entonces se desplaza rápidamente hacia la presa, la devora o la envuelve con seda para ingerirla después.

En los peces, los receptores de vibraciones son células ciliadas ubicadas en un canal a cada lado del cuerpo. Este canal sensorial, llamado **línea lateral**, está por debajo de las escamas y capta los movimientos del pez y las vibraciones del agua que producen posibles predadores o presas.

Muchos animales pueden percibir, reconocer y producir sonidos emitidos por los animales de su propia especie. La percepción de sonidos o **audición** es posible por la sensibilidad de mecanorreceptores específicos.

Algunos insectos adultos tienen receptores del sonido de estructura muy sencilla, compuestos por células ciliadas que captan vibraciones y pueden estar localizadas en cualquier parte del cuerpo. Otros insectos tienen un órgano receptor más complejo, el **órgano de Johnson**, generalmente ubicado en la base de las antenas de mariposas, abejas, avispas, hormigas, moscas y mosquitos.



Cuando un banco de peces se desplaza y cambia de dirección, cada individuo produce una onda de choque lateral que detectan los vecinos.

En las antenas de los mosquitos macho, por ejemplo, este órgano detecta, entre otros, los sonidos emitidos por la hembra en vuelo. Esta percepción favorece su encuentro para el posterior apareamiento.

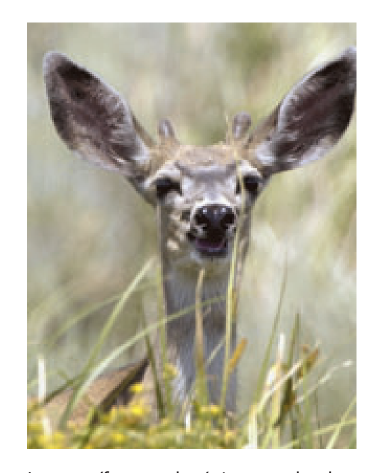
Otros insectos tienen pares de **órganos timpánicos** especializados, sensibles a las vibraciones sonoras o ultrasónicas, es decir, a frecuencias imperceptibles para el oído humano. Estos pueden estar localizados en el tórax como en las mariposas o en las patas en los grillos y saltamontes.

En los **vertebrados**, el **oído** es un órgano especializado en la percepción del sonido. Si bien todos tienen oído interno, no todos oyen. Los peces cartilaginosos y muchos peces óseos son sordos porque carecen de oído medio.

Algunos peces óseos, como los bacalaos y los arenques, poseen una cadena de huesecillos entre la vejiga natatoria, receptor primario del sonido, y el oído interno. Estos huesecillos funcionan como transmisores del sonido.

Los demás vertebrados poseen un oído medio que transmite y amplifica las ondas sonoras hacia la región acústica del laberinto. En el oído medio de muchos **anfibios**, de la mayoría de los reptiles y de las aves hay un pequeño hueso en forma de varilla, la **columela**, que transmite y refuerza las vibraciones desde la membrana timpánica hasta el oído interno.

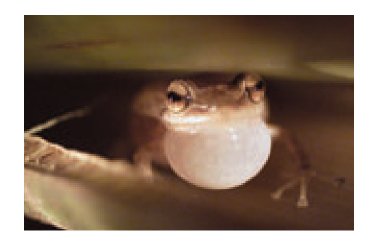
Dentro del grupo de los reptiles, las serpientes no tienen tímpano ni oído medio, por eso se las considera sordas.



Los mamíferos son los únicos vertebrados que tienen, por lo general, grandes pabellones móviles u orejas que intervienen en la captación de los sonidos.



Entre los reptiles, todos los lagartos tienen los tímpanos visibles, mientras que las serpientes carecen totalmente de conducto auditivo.



El estudio del croar de muchos anfibios permite la identificación de especies. La amplitud del sonido que emiten varía según el grado de dilatación de su aparato fonador.

El oído medio de los **mamíferos** posee tres huesecillos transmisores del sonido: el **martillo**, el **yunque** y el **estribo**. También tienen **oído externo** con un **conducto auditivo externo** largo que finaliza en el **tímpano**.

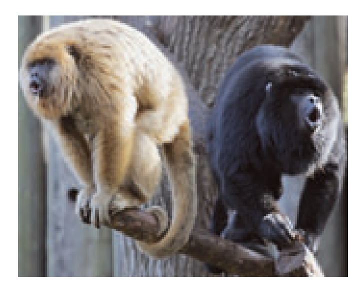
Los medios por los cuales los animales se comunican entre sí son variados. El estudio de la comunicación animal se ha desarrollado mucho en los últimos años debido a los avances tecnológicos. Por ejemplo, la investigación sobre la comunicación sónica se ha beneficiado a partir de la tecnología electrónica, que ha permitido a los especialistas obtener registros gráficos de los sonidos que producen muchos animales.

La **bioacústica** es una disciplina joven de la zoología que estudia la emisión (**fonación**) y la recepción de sonidos (**audición**) en la vida animal.

Aunque muchos insectos, crustáceos y arácnidos producen sonidos, no existen pruebas fehacientes de que todos ellos sean capaces de percibirlos.

Los insectos pueden producir una variedad de sonidos de múltiples maneras: algunos los producen golpeando ligeramente un sustrato sólido con la cabeza, otros mediante vibraciones de su cuerpo, chasqueando las alas cuando vuelan o por medio del frotamiento de una parte del cuerpo contra otra. Los insectos utilizan los sonidos como un medio de comunicación, principalmente antes del apareamiento, para delimitar territorio y como un medio defensivo.

La **estridulación** es un tipo de emisión de sonido característico de los machos de langostas y grillos, originado por el frotamiento de las patas traseras contra ciertas partes duras de las alas.



Los monos aulladores emiten sonidos similares al rugido de los leones macho. Sus aullidos pueden ser percibidos a 3 km de distancia, y a 5 km cuando grita todo un grupo.

Los animales marinos como los peces, los pinípedos (lobos y elefantes marinos, entre otros) y cetáceos (ballenas, orcas y delfines) producen sonidos que intervienen en la comunicación, la defensa, la intimidación y la orientación.

Entre los peces, los sonidos pueden ser producidos por el rechinar de las mandíbulas, la erección brusca de las aletas y el frotamiento de unos huesos contra otros. Estos movimientos son particularmente importantes en los peces que se desplazan en grandes cardúmenes. Los cambios rápidos de dirección de los bancos de peces son originados por la emisión y recepción de estos sonidos.

Los peces también producen sonidos a través de su vejiga natatoria, que actúa como una caja de resonancia de las vibraciones generadas cuando la llenan de aire o la liberan de este fluido.



Ecolocalización

Se denomina **ecolocalización** la propiedad de algunos animales de percibir su entorno a través del eco o sonido reflejado. Los murciélagos y muchos cetáceos, como los delfines y las orcas, se orientan y detectan sus presas por ecolocalización.

Los murciélagos producen dos tipos de sonidos: unos perceptibles para el oído humano, y otros inaudibles porque pertenecen a frecuencias que este órgano no registra (**ultrasonidos**). Estos animales producen sonidos con la laringe, que tiene una estructura diferente de la del resto de los mamíferos. El sonido es producido por membranas muy finas que vibran cuando las atraviesa un potente chorro de aire. En algunos murciélagos el sonido sale por la boca; otros lo emiten a través de la nariz mientras vuelan con la boca cerrada.

Los oídos de los murciélagos captan la reflexión o eco de los ultrasonidos que producen. Si bien varían en cada especie, en general los oídos están compuestos por un gran pabellón auricular que pueden mover y orientar hacia la fuente de reflexión del sonido. El oído interno es una estructura receptora de mucha sensibilidad, además las regiones auditivas del cerebro están muy desarrolladas.

Los cachalotes, los delfines, las orcas y las marsopas emiten una amplia gama de sonidos, como el silbido, el cliqueo y otros más complejos. El primero lo usan en la comunicación entre los individuos de su misma especie. El cliqueo, en cambio, está relacionado con su orientación por ecolocalización.

TERMOSENSIBILIDAD Algunos animales pueden detectar la radiación infrarroja. Algunos reptiles, como las las serpientes yarará y cascabel, tienen estructuras especializadas llamadas **fosetas termorreceptoras**. Su localización varía segun las especies pero, en general, se encuentran entre los orificios nasales (narinas) y los ojos. Las fosetas son pequeñas depresiones con numerosos receptores que detectan la radiación infrarroja emitida por sus presas.

Entre los invertebrados, los mosquitos tienen receptores termosensibles que captan los cambios de temperatura del ambiente.

Las últimas investigaciones demostraron una relación directa entre las variaciones de la temperatura ambiental y el ciclo biológico de estos insectos. Por ejemplo, cuando aumenta la temperatura, los mosquitos que transmiten el dengue se reproducen con mayor velocidad, al igual que los virus en su interior.



Las serpientes cascabel detectan las radiaciones infrarrojas que emiten sus presas y pueden capturarlas con precisión aun en la oscuridad total.

FOTOSENSIBILIDAD Casi todas las especies animales tienen células u órganos fotorreceptores.

Los grupos de invertebrados tienen gran variedad de fotorreceptores: desde células que reaccionan con la presencia o ausencia de luz, hasta ojos complejos, similares a los de los humanos.

Los invertebrados que no tienen ojos pueden responder a señales luminosas porque poseen una **fotosensibilidad difusa** que a veces puede ser más intensa en determinadas regiones. La piel de las lombrices, por ejemplo, tiene fotorreceptores distribuidos por su superficie que solo distinguen la luz de la oscuridad.

Los fotorreceptores de otros invertebrados pueden ser de estructura sencilla, como los ocelos, u órganos complejos como los ojos compuestos de algunos artrópodos y los ojos de los moluscos cefalópodos.

Los **ocelos** son grupos de células con pigmentos y células fotorreceptoras conectadas con fibras nerviosas, que solo perciben cambios de intensidad de la luz. Cada ocelo está compuesto por células sensibles a las ondas lumínicas, un pigmento que absorbe el exceso de luz, una lente y una cubierta protectora.

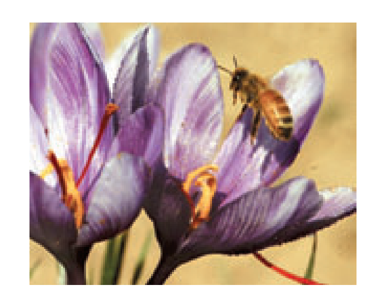
En algunos animales, los ocelos están en la cabeza y generalmente son dos. En otros están alrededor del cuerpo, los cual permite a esos animales recibir información desde todas direcciones.

Los **ojos compuestos** de los insectos y de muchos crustáceos están constituidos por un número variable de unidades visuales denominadas **omatidios**. El ojo compuesto forma una imagen en mosaico, pues la luz de las distintas partes del objeto se registra en omatidios diferentes. Cualquier pequeño cambio de posición del objeto estimula nuevos omatidios; por ello el ojo compuesto es muy eficiente en la detección de movimientos, aunque la imagen que forma no es muy nítida.

Los **ojos** de los cefalópodos y de los vertebrados son semejantes a los humanos y similares a una cámara fotográfica. La diferencia más importante es que, en los cefalópodos, en los peces y en los anfibios, el enfoque se realiza por movimientos de avance y retroceso del cristalino y no por cambios en su curvatura, como en los mamíferos.



Moluscos como los calamares y los pulpos tienen los ojos de mayor complejidad entre los invertebrados.



Las abejas y las mariposas son ciegas para el color rojo, pero pueden ver las radiaciones ultravioletas. Estos insectos son atraídos por la luz ultravioleta reflejada por ciertas flores. Las abejas distinguen el azul y el amarillo entre todos los colores del espectro visible.



Los ojos de los insectos son órganos compuestos formados por unidades llamadas omatidios. Cada omatidio es un ojo independiente, con su cristalino y sus fotorreceptores agrupados en una retina.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Tamaño de los ojos de algunos animales (diámetro):

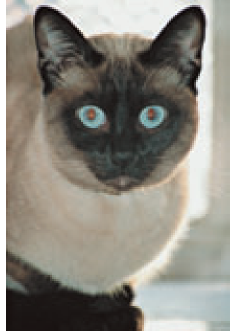
- ratón gris: 3 mm;
- conejo: 1,5 cm;
- humano: 2,5 cm;
- elefante: 4 cm;
- caballo: 5 cm;
- elefante marino: 7 cm;
- rorcual azul: 14 cm; y
- calamar gigante: 38 cm (el mayor entre los animales).

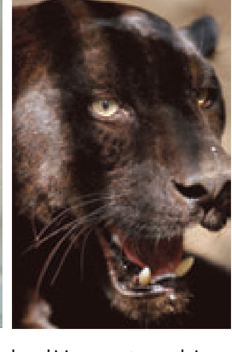
Cantidad de omatidios por ojo compuesto:

- de la mosca doméstica: 4000; y
- de la libélula: 28 000.



Las aves rapaces poseen tal agudeza visual que pueden distinguir un ratón a 500 m de distancia.





En los felinos, en presencia de luz el iris se contrae y deja a la pupila con forma de rendija. En la oscuridad, en cambio, el iris distendido deja una pupila circular.

La mayoría de los vertebrados poseen los ojos en posición lateral y cada uno de ellos abarca un campo visual diferente, **visión uniocular**. Pero el hombre y los demás primates, los mamíferos cazadores, algunas aves de rapiña y algunos insectos como la *Mantis religiosa*, tienen **visión binocular**, ya que ambos ojos pueden enfocar el mismo objeto y ambos campos visuales se superponen. La **visión estereoscópica** o tridimensional les permite percibir la distancia y facilitar la captura de la presa.

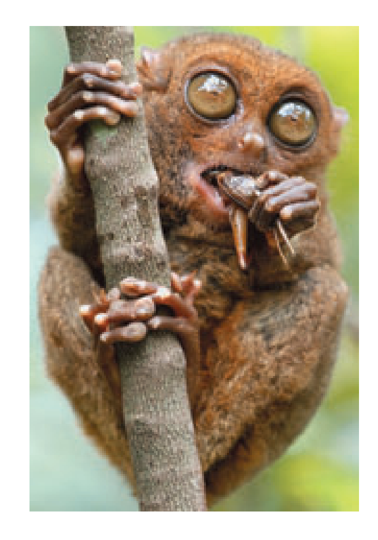
Los vertebrados terrestres poseen párpados móviles por delante de cada ojo, humedecidos con secreciones glandulares. En muchos, existe un tercer párpado, la **membrana nictitante**, que suele ser transparente y que también se ubica por delante del ojo.

Sobre la visión cromática, para los científicos es bastante difícil determinar si el resto de los animales distinguen los colores como los humanos. Incluso, también es imposible decidir si una persona ve los mismos colores que otra.

A excepción de los artrópodos y de los moluscos cefalópodos, el resto de los invertebrados carecen de visión cromática.

Entre los vertebrados, parece no haber discusión sobre la visión cromática de muchos peces óseos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Sin embargo, aún hay gran incertidumbre sobre este tipo de visión en los gatos y los perros.

Si bien los humanos y muchos vertebrados tienen visión cromática, sus fotorreceptores son insensibles a la radiación ultravioleta. Los insectos, en cambio, perciben esta radiación como un color.



En relación con el tamaño del cuerpo, los ojos de los tarseros son los más grandes entre todos los mamíferos.



Los ojos grandes y dispuestos frontalmente permiten a los primates y a algunas aves rapaces la visión binocular y tridimensional.

42 || CLARIN || EL MUNDO || 9 DE ENERO DE 2005

LA NOTABLE HABILIDAD DE LOS ANIMALES PARA PERCIBIR EL DESASTRE CON GRAN ANTELACIÓN

Los elefantes lo supieron mucho antes

WASHINGTON

En Khao Lak, 75 km al norte de Phuket, a lo largo de la costa occidental de Tailandia, docenas de elefantes destinados a entretener a los turistas **comenzaron a sonar sus trompas como cornos estruendosos** mucho antes de que el tsunami causara una de las mayores tragedias de la historia. Esos gritos se iniciaron simultáneamente en el preciso instante en que, muy lejos de allí, la tierra se fracturaba en el fondo del océano.

Una hora antes que el agua destruyera el área, los elefantes gemían con **fuertes lamentos**. Un rato antes del desastre, muchos de ellos escaparon a zonas altas rompiendo incluso las cadenas que los retenían.

No fueron los únicos. Los flamencos que suelen alimentarse en esta época del año en el santuario de Point Calimere en la costa sureña de la India, **escaparon a bosques más seguros mucho antes del tsunami**.

En el parque nacional de Yala, en Sri Lanka, los sorprendidos guardabosques comentaron que cientos de elefantes, leopardos, tigres, jabalíes, ciervos, búfalos, monos y reptiles escaparon ilesos del desastre. Sólo las tortugas tuvieron peor suerte y muchas de ellas fueron halladas muertas en los escombros de la devastada provincia indonesia de Aceh.

Cuentos sobre el comportamiento extraño entre los animales en la región de Asia antes del desastre de diciembre han abundado, promoviendo nuevas preguntas sobre qué es lo que ellos saben a diferencia del hombre y de qué modo podría aprenderse esa habilidad.

Los sismólogos tienen sofisticados instrumentos para medir temblores durante y después de producirse, **pero nadie puede predecir con exactitud cuándo sucederán**. Algunos científicos afirman que los animales tienen sensores con los que detectan los terremotos mucho antes de que ocurran y eso posiblemente pueda ser imitado en algún momento por los instrumentos que fabrica el hombre.

Después del tsunami, un danés que se encontraba en Ao Sane Beach, al norte de Phuket, escribió en una página Web: "Los perros son más astutos que nosotros. Comenzaron a correr hacia las zonas altas mucho antes de que nos diéramos cuenta de lo que sucedía".

"Parece que muchos animales tienen sensores que detectan microtemblores y aun imperceptibles cambios en el ambiente", dijo el oceanógrafo y geofísico George Pararas-Carayannis.

"Es una sensiblidad que los humanos no tenemos y que los animales han desarrollado a lo largo de millones de años de evolución", agregó Pararas-Carayannis, autor de un libro de título inquietante: "El más grande: el próximo gran terremoto de California: por qué, cuándo y dónde sucederá".

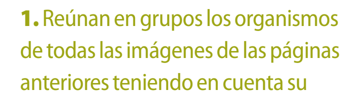
Según los científicos, muchos peces tienen una sensibilidad notable a las vibraciones de baja frecuencia y perciben temblores mucho antes que los humanos. Una forma del bagre detecta temblores de una módica escala de dos, que los humanos pueden sólo percibir en el tope de un edificio de diez pisos.

Animales como elefantes, tigres y algunas aves escuchan en rangos de una bajísima frecuencia. No es la única característica sorprendente. El sentido del olfato entre los perros, por ejemplo, es entre 10.000 y 100.000 veces superior al de los humanos.









1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su mecanosensibilidad y fotosensibilidad y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Lean el artículo y escriban un texto explicativo sobre la sensibilidad de los animales que pudieron detectar la catástrofe natural.

Procesamiento de la información en los animales

En los animales, todas las señales captadas por los receptores se transducen en impulsos nerviosos que pueden originar gran variedad de comportamientos. En la **integración** de estos impulsos y la **elaboración** de sensaciones y respuestas interviene el **sistema nervioso**.



En las anémonas y las medusas, la propagación del impulso por la red nerviosa es **apolarizada**, es decir, ocurre en todas direcciones. Por eso un pinchazo débil aplicado al tentáculo de una medusa provocará que éste se encoja; pero con un pinchazo más intenso, se contraerá totalmente.

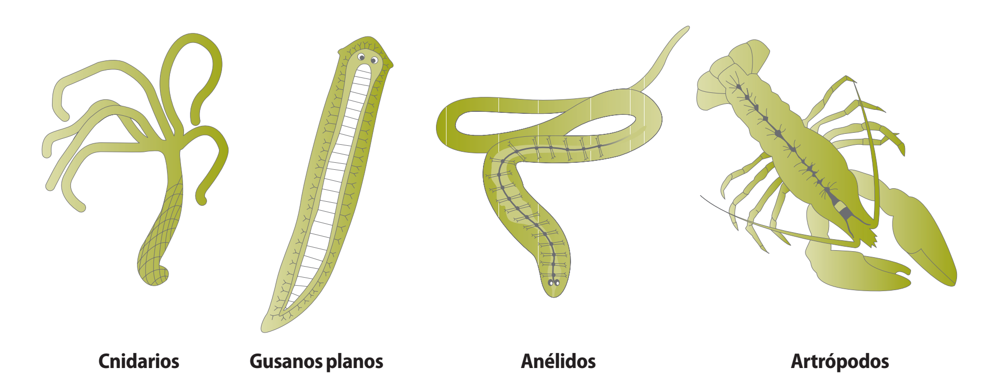
SISTEMA NERVIOSO

Los invertebrados tienen dos modelos básicos de sistema nervioso: **difuso** o **centralizado**. En los animales con **modelo de sistema nervioso difuso**, las neuronas forman una red conformada por un entramado de neuronas.

En otros invertebrados, el modelo de sistema nervioso es **centralizado**, con cierta concentración de células nerviosas en la región anterior del cuerpo y en cadenas o cordones longitudinales. La masa compacta anterior constituye un **ganglio encefálico** o "encéfalo". Cada cordón nervioso está conformado por una concentración longitudinal de neuronas y, en la mayoría, por **ganglios** localizados a lo largo de su longitud, en la región ventral del cuerpo.

En los anélidos como las lombrices, su sistema nervioso está conformado por dos cordones a lo largo de la superficie ventral del cuerpo. En estos cordones hay un ganglio para cada segmento del cuerpo. El cordón nervioso está bifurcado inmediatamente por debajo de la faringe, y las dos ramas están unidas nuevamente en el dorso de la cabeza, y conectadas en **dos grandes ganglios fusionados**.

En los artrópodos, el **ganglio supraesofágico** actúa como "cerebro", es decir, es el receptor central de los órganos sensoriales localizados en la cabeza y coordina los movimientos de todo el animal. Este ganglio está relacionado con el **ganglio subesofágico**, unido a una cadena ganglionar ventral doble que inerva a los órganos del tórax y abdomen.



Modelos de sistema nervioso en invertebrados.
En los cnidarios (hidras, corales y medusas), el impulso nervioso se propaga por la red nerviosa desde el área estimulada en forma difusa. La mayoría de los gusanos planos tienen dos cordones nerviosos longitudinales y un ganglio encefálico.
En los anélidos, como la lombriz de tierra, los cordones nerviosos longitudinales están fusionados y tienen ganglios.
Los ganglios del cordón nervioso de los artrópodos son casi tan grandes como su "cerebro".

A diferencia de los invertebrados, el sistema nervioso de los vertebrados ocupa una posición dorsal en el cuerpo. Además, se encuentra rodeado y protegido por las vértebras y el cráneo.

DESARROLLO CEREBRAL

Durante su desarrollo embrionario, el sistema nervioso de todos los vertebrados se origina a partir del **tubo neural** dorsal con respecto al futuro tubo digestivo. El extremo caudal del tubo persiste como la **médula espinal**. En el cráneo, las estructuras que se forman a partir del extremo anterior del tubo neural forman una serie de ensanchamientos o vesículas que posteriormente se convierten en las divisiones principales del encéfalo: el encéfalo anterior, el mesencéfalo y el encéfalo posterior. Los nervios que conforman el **sistema nervioso periférico** también se originan del tubo neural y se desarrollan en todo el embrión.



En las estrellas y los erizos de mar, la conducción del impulso por la red nerviosa es **polarizada**, es decir, en una sola dirección y de neurona a neurona.

Del **encéfalo posterior** embrionario, que limita con la médula espinal, se originan el **bulbo raquídeo**, la **protuberancia anular** y el **cerebelo**. Como se explicó en el Capítulo 5, el bulbo y la protuberancia controlan reflejos vitales como la respiración y la circulación.

El conjunto conformado por el bulbo, la protuberancia y el mesencéfalo se denomina **tronco** o **tallo encefálico** y se lo considera el "cerebro viejo" porque es similar desde los peces hasta el *Homo sapiens*.

El cerebelo está relacionado con la ejecución y el ajuste fino de los movimientos musculares complejos. Este órgano es más grande en las aves y los mamíferos que en los peces, anfibios y reptiles, que se deplazan más lentamente que los primeros. Proporcionalmente, el cerebelo alcanza su mayor tamaño en las aves, cuyo vuelo requiere de movimientos precisos y coordinados.

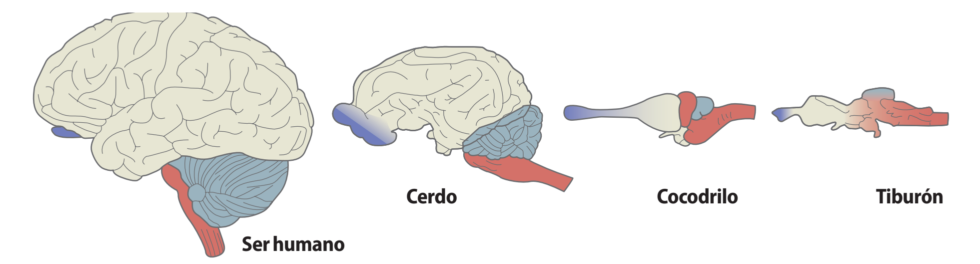
Del **mesencéfalo** embrionario provienen estructuras que elaboran la información visual y auditiva. Entre los vertebrados, una parte del mesencéfalo contiene los **lóbulos ópticos**, que reciben y procesan información que proviene de los **nervios ópticos**. Este sector del mesencéfalo alcanza su mayor desarrollo en las aves. En las serpientes, la elaboración de esta información se produce en dos estructuras llamadas **tubérculos cuadrigéminos**. En los mamíferos, en cambio, el procesamiento de la información visual se realiza en el encéfalo anterior, principalmente, en la corteza cerebral.

En síntesis, en los peces, anfibios y reptiles, el mesencéfalo es el centro nervioso más importante de coordinación de actividades. En los mamíferos, en cambio, este centro es la corteza cerebral.

En el embrión, el **encéfalo anterior** se divide en dos partes: el telencéfalo y el diencéfalo.

El **diencéfalo** origina posteriormente el **tálamo**, el **hipotálamo** y otras estructuras nerviosas que constituyen los principales centros de coordinación del encéfalo.

El **telencéfalo** es la región que mayor cantidad de cambios ha experimentado en el transcurso de la evolución de los vertebrados. Desde los peces hasta los mamíferos, esta región ha aumentado en tamaño, complejidad y funcionalidad.



Características de los encéfalos de cuatro especies de vertebrados
Si bien todos tienen una masa encefálica similar, muestran diferencias en su complejidad. En el encéfalo humano se procesan comportamientos complejos, el aprendizaje y la memoria. En los demás, en cambio, el encéfalo interviene en el procesamiento de las actividades fisiológicas básicas.

En algunos vertebrados, el telencéfalo se subdivide en dos vesículas que crecen y rodean las demás estructuras encefálicas y dan origen a los hemisferios cerebrales. En los peces el telencéfalo está vinculado con la información olfatoria. En los reptiles y en las aves, en cambio, este sector está relacionado con el control del comportamiento estereotipado, es decir, con las respuestas repetitivas y complejas.

El telencéfalo de los mamíferos consta de dos grandes **hemisferios cerebrales** que constituyen un cerebro muy complejo. Su tamaño es mayor que las demás partes del encéfalo. Su superficie externa, la **corteza cerebral**, está replegada y forma surcos, cisuras y circunvoluciones que la aumentan considerablemente. El incremento del área de la corteza cerebral alcanza su máximo nivel en el cerebro humano. La corteza cerebral recibe y elabora información sensorial, y es el centro de procesamiento del aprendizaje, la memoria, el lenguaje y el comportamiento.

Evolución del encéfalo en los vertebrados

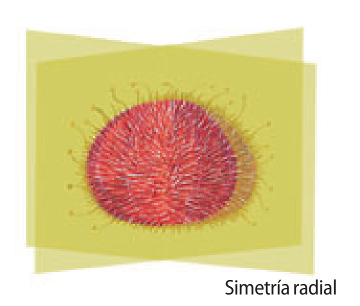
En el transcurso de la evolución del encéfalo en los vertebrados, hubo modificaciones en sus tres regiones primitivas que determinaron algunas tendencias evolutivas:

- el tamaño relativo del cerebro aumentó en ciertos grupos de vertebrados. En relación con el tamaño de sus cuerpos, las aves y los mamíferos tienen cerebros más grandes que los peces, los anfibios y los reptiles;
- el encéfalo anterior y posterior se subdividió gradualmente en regiones con actividades cada vez más específicas;
- el encéfalo anterior incrementó su capacidad de elaboración de la información. El cerebro de las aves y los mamíferos tiene mayores dimensiones que las demás partes del encéfalo. El comportamiento de estos organismos está correlacionado con la complejidad de su cerebro. Los delfines y los primates tienen la corteza cerebral más compleja del grupo de los vertebrados.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su desarrollo encefálico y la clasificación de las páginas 245 y 246.

Simetría bilateral



Simetría radial

SIMETRÍA Y CEFALIZACIÓN

Algunos animales acuáticos se mueven lentamente o permanecen parte de su vida fijos sobre el fondo o un objeto inmóvil (son sésiles). Por su forma corporal, en general esférica o cilíndrica, a esos organismos se los clasifica como animales de **simetría radial** porque su cuerpo puede ser atravesado con planos imaginarios que lo dividen en dos mitades especulares. Este tipo de simetría les permite recibir señales de casi todo su entorno.

Otros animales, en cambio, poseen **simetría bilateral** porque el plano de simetría recorre la línea media de la cabeza hasta la cola. Este tipo de simetría está normalmente asociada a una existencia activa y al hábito de moverse libremente de un lugar hacia el otro. Presentan un extremo corporal anterior y uno posterior bien definidos.

La presencia de un extremo del cuerpo que avance primero es característica de los animales que se mueven activamente. En éstos, muchas de las células sensoriales se concentran en el extremo anterior, lo que capacita al animal para reconocer un área antes de penetrar en ella. Las estructuras relacionadas con la captura e ingestión del alimento están ubicadas generalmente en la región anterior del cuerpo, en tanto que las estructuras digestivas, excretoras y reproductoras tienden a situarse en regiones posteriores.

La concentración de las células sensoriales y nerviosas, y de las estructuras asociadas con la alimentación en el extremo anterior de un animal se denomina **cefalización**.

Movimiento y sostén en los animales

EXOESQUELETOS

Los corales tienen un **exoesqueleto calcáreo** que brinda rigidez a la colonia. Este exoesqueleto es el principal componente en la formación de los bancos y arrecifes coralinos.

Las **conchas** de los **moluscos** están formadas por un producto orgánico con abundante carbonato de calcio. Pueden ser bivalvas y cubrir al animal desde los costados, como en los mejillones y las almejas, o univalvas, como en los caracoles.

La **cutícula** de los **artrópodos** suele ser muy gruesa, dura y fuerte; está constituida por quitina y proteínas o sales calcáreas. El movimiento de estos animales es posible porque la cutícula está dividida en placas separadas y articuladas. Además de sostén, esta cutícula protege el cuerpo contra las acciones mecánicas del medio, de la deshidratación y, además, constituye la fijación del sistema muscular.

Como la cutícula no es flexible, cuando el animal crece pasa por un período denominado **muda**. Durante este proceso, puede ocurrir que la cutícula vieja se rompa y se desprendan los fragmentos del cuerpo; o bien que el animal salga por una grieta de la envoltura quitinosa, la que queda casi entera y conserva la forma exterior del cuerpo.

En las articulaciones de las patas y otros apéndices de los artrópodos, la cutícula es delgada y flexible. Esto les posibilita una amplia variedad de movimientos corporales.





Entre los vertebrados, el **caparazón** de las tortugas está constituido por un espaldar ubicado dorsalmente y un plastrón, ventralmente. Ambos contienen placas córneas externas y óseas internas. Parte del endoesqueleto se halla soldado al caparazón óseo, como las costillas, las vértebras, etcétera.

Algunas ballenas y los armadillos poseen **placas óseas** en la región dorsal del cuerpo.



Si bien a estos tres animales se los considera corredores, se diferencian por la parte de las extremidades que apoyan al desplazarse. Los osos son plantígrados, los caballos ungulígrados y los felinos digitígrados.

ENDOESQUELETOS Las **espículas** calcáreas y de sílice, y las fibras de espongina de las esponjas son formaciones diminutas que se hallan repartidas aisladamente en el cuerpo o bien tienden a fusionarse entre sí como en las "esponjas de cristal".

Los equinodermos como los pepinos y los erizos de mar tienen un endoesqueleto conformado por placas de carbonato de calcio. En los pepinos de mar, las piezas calcáreas están separadas, de ahí que su cuerpo sea blando. En los otros, ellas entran en unión mutua íntima. En los erizos de mar, el cuerpo está encerrado por una coraza casi hermética, recubierta por una delgada capa de la epidermis, que luego se gasta y se elimina por fricción quedando el esqueleto expuesto al exterior.

El esqueleto interno y articulado de los vertebrados es único en el reino animal. Proporciona información acerca de las adaptaciones específicas de las distintas posturas y de la locomoción de los animales. Éste puede estar formado por cartílagos o por huesos.

El esqueleto, se puede dividir en **esqueleto axial**, que forma el eje principal del cuerpo y está integrado por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y el esternón; y el **esqueleto apendicular**, con apéndices pares (patas, alas o paletas) y las cinturas, por medio de las cuales se unen directa o indirectamente al esqueleto axial.



Las liebres son animales saltadores. Esta forma de desplazamiento implica mucho gasto de energía porque el cuerpo se eleva repetidamente contra la fuerza de gravedad.

Los **animales corredores** tienen patas muy largas en relación con otras partes del cuerpo y, en general, los segmentos distales (manos y pies) son más largos que los proximales (muslo-pierna; brazo-antebrazo). En la carrera, la posición de la pata puede aumentar la longitud de la zancada. De acuerdo con la postura que toma el pie durante la marcha o carrera, los animales corredores son clasificados en plantígrados, digitígrados y ungulígrados.

Los elefantes, los mapaches y las comadrejas son animales **plantígrados** porque al caminar apoyan la planta del pie y no pueden aumentar la longitud de la zancada a menos que se apoyen únicamente con los dedos.

Las aves, los felinos y los caninos son animales **digitígrados** porque apoyan solo los dedos al caminar; lo que aumenta la longitud efectiva de las patas.

Los caballos, los rinocerontes y los cerdos son **ungulígrados** porque se apoyan sobre las puntas de los dedos.

Los **animales saltadores** tienen sus patas posteriores, y especialmente el pie, más largos que los corredores. La tibia puede ser una o dos veces más larga que el fémur. La mayoría utiliza la cola como apoyo, la que actúa como un tercer punto de sostén cuando se paran sobre las patas posteriores.

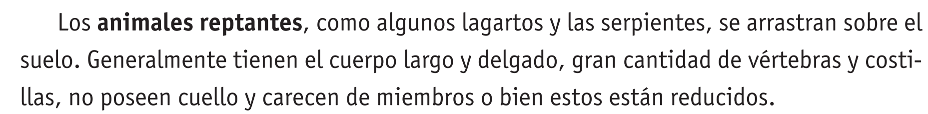
Algunos **animales cavadores** excavan madrigueras; otros escarban la tierra buscando alimento o agua; y otros para esconderse. Tienen cuello y patas cortas, como en las tortugas, los topos y los equidnas.



Los armadillos, los osos hormigueros y los topos tienen algunas falanges más anchas que largas, con uñas como palas que les sirven como instrumento excavador.



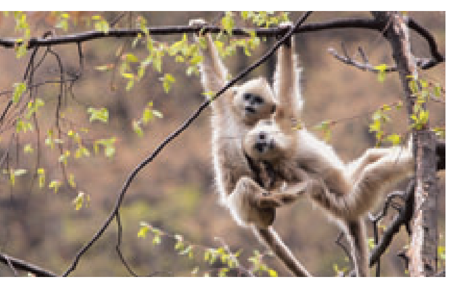
Las serpientes no poseen extremidades, sin embargo, pueden desplazarse por una serie de movimientos en los que intervienen las costillas, los músculos y las placas ventrales.



Los **animales reptantes**, como algunos lagartos y las serpientes, se arrastran sobre el suelo. Generalmente tienen el cuerpo largo y delgado, gran cantidad de vértebras y costillas, no poseen cuello y carecen de miembros o bien estos están reducidos.

Muchos **animales trepadores** suelen ser arborícolas. Algunas lagartijas, las ardillas y muchos monos se desplazan de rama en rama. Tienen patas largas en relación con el tronco, huesos delgados y espaldas fuertes y flexibles. Poder aferrarse de las ramas con los dedos es una forma efectiva de mantener contacto con el sustrato. Algunas ranas, ciertas aves y los monos tienen el par anterior o ambos pares de patas con el primer dedo oponible a los otros.

Los peces se consideran **nadadores primarios** porque sus ancestros también nadaban. Pero otros vertebrados acuáticos, como las ballenas y los delfines, se consideran **nadadores secundarios** porque sus ancestros fueron terrestres. La "vuelta al agua" les permitió ganar acceso a una gran variedad de alimentos acuáticos, escapar de sus predadores terrestres, o bien utilizar este medio para la dispersión y migración.

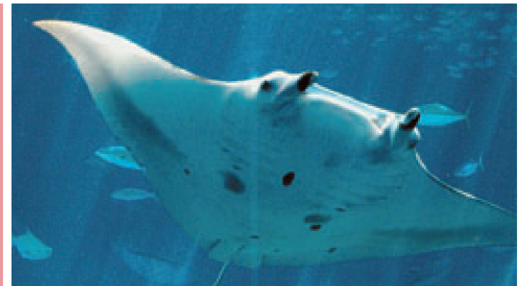


Muchos monos tienen hábitos arborícolas. Sus brazos son desproporcionadamente largos, así como su cola, que contribuye en el balanceo del animal.

La forma del cuerpo fusiforme, la ausencia de cuello y de cualquier saliente del cuerpo son fundamentales en los animales nadadores.

Los órganos propulsores de estos animales son variados. Los peces se impulsan por el movimiento de las aletas pares y la aleta caudal; las aves acuáticas a través de la membrana interdigital de sus patas; y los delfines, orcas y ballenas por medio de su cola y los músculos asociados con la columna vertebral.







Los peces cartilaginosos, como las rayas y los tiburones, tienen aletas carnosas no articuladas. En cambio, la mayoría de los peces óseos tienen aletas articuladas, membranosas y con radios.





Las alas de las aves voladoras y de los murciélagos tienen una estructura interna similar. La membrana de vuelo de estos mamíferos voladores está sostenida por los brazos, 4 dedos, las patas y la cola.

Los **animales voladores** pueden obtener gran variedad de alimentos, escapan fácilmente de sus predadores no voladores, y pueden migrar y dispersarse a grandes distancias.

Las aves son excelentes voladoras. El esqueleto de sus alas está conformado por huesos muy largos y solo posee tres dedos. Los huesos del cuerpo son neumáticos o huecos y su tronco es corto y rígido porque poseen muchas vértebras fusionadas. Los músculos del vuelo están localizados en el pecho.

Los **animales planeadores** son generalmente arborícolas. Algunas ranas poseen patas muy grandes con membranas interdigitales y pequeñas membranas que bordean los brazos, los muslos y el cuerpo.

Relación con el medio interno

Además de obtener información sobre el medio externo, muchos animales también la reciben del medio interno y reaccionan de acuerdo con ésta. Como en los humanos, en estos animales el mantenimiento del medio interno en equilibrio (homeostasis) está coordinado por mensajes químicos y nerviosos.

Las iguanas marinas toman calor sobre las rocas y nadan en las frías aguas, donde buscan y se alimentan de algas. Cuando están en el agua, toman su temperatura y se hacen más lentas y vulnerables a los predadores. Por eso entran y salen del agua varias veces al día.

TERMORREGULACIÓN Una temperatura ambiental elevada o baja puede resultar perjudicial para muchos animales. Se denomina **termorregulación** al mantenimiento de la temperatura corporal. Los procesos homeostáticos que mantienen en equilibrio la temperatura del cuerpo regulan la obtención y la pérdida de calor. Según la fuente de calor que determina la obtención de calor, los animales pueden ser clasificados en:

- **ectotermos**: son organismos que tienen la misma temperatura del ambiente. Dependen de fuentes externas de calor (como la radiación solar) para aumentar su temperatura corporal. Los peces, los anfibios, los reptiles, los insectos, los arácnidos, y muchos otros grupos de animales son ectotermos.

- **endotermos**: son organismos que regulan su temperatura corporal mediante procesos metabólicos que liberan calor. Las aves y los mamíferos con animales endotermos.



Los animales ectotermos reciben calor del medio por conducción, radiación y convección. Lo liberan por los mismos procesos de transferencia más la disipación de calor que provoca la evaporación del agua transpirada.
Los animales endotermos también reciben y liberan calor por los mismos procesos de transferencia que los ectotermos. Pero, además, disipan el calor producido durante su actividad metabólica.

Los endotermos que viven en regiones muy frías tienen adaptaciones que les permiten reducir la cantidad de calor disipado al ambiente. Un pelaje abundante mantiene una capa de aire alrededor de la superficie del animal. Como el aire tiene poca conductividad térmica, el organismo puede conservar el calor que produce su cuerpo.

En aquellos endotermos que habitan zonas cálidas o muy calurosas, en cambio, un pelaje escaso y una piel con poca grasa tienen el efecto inverso.

El jadeo es también un proceso homeostático termorregulador porque permite disminuir la temperatura corporal. Muchos mamíferos transpiran con el jadeo y liberan agua entre las almohadillas de sus patas.



En los animales endotermos que habitan regiones muy frías, ciertas adaptaciones como abundante pelaje o plumaje y gruesas capas de grasa evitan la disipación del calor.

Además de estas adaptaciones, los organismos endotermos tienen otras de origen fisiológico, como el tipo de circulación sanguínea. En las aves y los mamíferos, el sistema nervioso regula el caudal de sangre que circula por los capilares superficiales. Mediante la vasodilatación, la sangre fluye hacia la superficie corporal y, como consecuencia, aumenta la pérdida de calor. Por el contrario, mediante la vasoconstricción disminuye el flujo sanguíneo por la superficie y, por lo tanto, disminuye la disipación de calor.



Cuando las ardillas entran en hibernación, su temperatura corporal desciende hasta casi la ambiental. Asimismo, el ritmo respiratorio y su circulación sanguínea también disminuyen.

La **hipotermia** es la condición en la cual la temperatura corporal se halla por debajo del valor normal. En algunos animales, su temperatura puede desminuir varios grados centígrados y pueden permanecer en hipotermia durante días o semanas. Por ejemplo, cuando el descenso de la temperatura es tal que puede aproximarse al punto de congelación del agua, los anfibios no se congelan. Esto se debe a que, durante la época de bajas temperaturas, producen una sustancia anticongelante (glicerol) de composición similar al fluido que se coloca en los radiadores de los autos.

En algunos endotermos se reduce el metabolismo y la dinámica de los sistemas circulatorio y respiratorio. Este proceso se denomina **torpor**. Pero, cuando el tiempo del torpor es prolongado, como en los osos, las ardillas y los murciélagos, se denomina **hibernación**.

Entre los invertebrados, los caracoles de las regiones templadas hibernan enterrados o debajo de las piedras. Se protegen del frío y de la deshidratación porque segregan un tapón mucoso que endurece en la única abertura de su caparazón.

Entre los vertebrados, los anfibios, los reptiles y muchos mamíferos, como los murciélagos y los roedores hibernan solitarios o en grupos.

En las regiones áridas y calurosas gran número de especies experimentan un letargo estival o **estivación**. De este modo, se protegen de la escasez de alimento y de la deshidratación.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Temperatura de mamíferos en hibernación:

- marmota: 3 °C;
- hámster: 5 °C; y
- murciélago: 2-8 °C.

Si los humanos hibernaran, sus pulsaciones normales (72 por minuto) se reducirían a solo 2 o 3 por minuto y su frecuencia respiratoria normal (12 a 14 por minuto) descenderían a una cada cuatro minutos.

CAMBIO DE COLORACIÓN

El cambio de coloración en algunos animales es un factor importante de adaptación al ambiente. Este fenómeno se ha observados en moluscos, crustáceos, insectos, peces, anfibios y reptiles. En ellos, el tegumento posee células con pigmentos llamadas **cromatóforos**. Los pigmentos pueden ser oscuros, amarillos o rojos.

La regulación de la actividad de los cromatóforos puede depender tanto de factores hormonales, nerviosos o de ambos simultáneamente. Esto permite al animal, por vía refleja y a través del sentido de la vista, adaptar el color de su cuerpo al del medio, es decir, le proporciona una protección o **coloración críptica**.

En algunos animales el cambio de coloración puede producirse en unos minutos; en otros, en cambio, en apenas segundos.

El cambio de color depende de la concentración y de la dispersión de los gránulos de pigmento dentro de los cromatóforos.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de movimiento y sostén del cuerpo y la clasificación de las páginas 245 y 246.

2. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su termorregulación y la clasificación de las páginas 245 y 246.



En muchos reptiles, el cambio de la coloración de su tegumento es una señal para la atracción de la pareja y también para delimitar el territorio frente a posibles invasores.



En los pulpos, el cambio de coloración les permite confundirse con el sustrato sobre el cual se apoyan y pasar así inadvertidos para los predadores.



Los chimpancés, como la mayoría de los simios, son animales diurnos o **fotófilos**. Tienen fases de somnolencia diurna, pero duermen por la noche.

RITMOS CIRCADIANOS

La vida de muchos animales está regulada por “relojes biológicos” activados por factores exógenos o endógenos. Se denomina **ritmo circadiano** al ciclo alternativo de actividad, vigilia y sueño particular de cada especie.

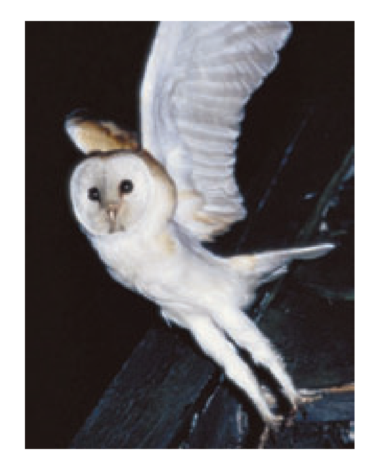
En el día, la mayoría de los animales tiene numerosos períodos de actividad alternados con fases de reposo. La cantidad de períodos de actividad y reposo varía según la especie y está relacionada con el tamaño del animal: en especies de individuos pequeños, como los ratones, los períodos de actividad y de reposo diarios son numerosos. En los grandes mamíferos, en cambio, hay dos períodos de actividad máxima por día.

Entre los **factores exógenos** o ambientales que regulan el ritmo circadiano, la intensidad luminosa, la temperatura, las lluvias y la carencia de alimento son los más importantes.

Entre la vida animal, hay **especies diurnas** o **fotófilas**, **especies nocturnas** o **fotófobas**, y especies indiferentes a la luminosidad, que son tan activas de día como de la noche.

En muchos animales, el ritmo circadiano se manifiesta en los cambios de coloración del tegumento: empalidece durante el día y oscurece durante la noche. En otros se expresa en su actividad locomotora y alimentaria: las abejas y las hormigas regresan a los lugares donde se encuentra el alimento, siempre a la misma hora.

Los **factores endógenos** en los ritmos circadianos fueron estudiados por primera vez en ciertas ardillas que fueron colocadas en un laboratorio a una temperatura constante de 0 °C, con períodos alternados de 12 horas de luminosidad y 12 horas de oscuridad. Durante los meses de verano, las ardillas tenían una actividad diaria normal y su temperatura se mantenía en 37 °C, a pesar de la temperatura invernal del laboratorio. En otoño dejaron de alimentarse, su temperatura descendió a 1 °C aproximadamente, y comenzaron a hibernar, como lo harían en libertad. En primavera despertaron y retomaron la actividad normalmente. Lo que sorprendió a los científicos fue que todos estos hechos se produjeron mientras el ambiente se mantuvo en las mismas condiciones de luminosidad y de temperatura.



Si bien la gran mayoría de las aves son fotófilas, otras, como los búhos y las lechuzas, son nocturnas o **fotófobas**.



MIGRACIONES

Cuando las condiciones ambientales se vuelven adversas, las ballenas, numerosas aves, algunos peces y pocos insectos se deplazan a otras regiones geográficas. Estos desplazamientos se denominan **migraciones** y están relacionados con la disponibilidad de alimentos, agua, espacio o pareja.

Desde hace muchos años los **etólogos** (especialistas en el comportamiento de los animales) se preguntan cómo se orientan estos animales en rutas fijas de desplazamiento.

En un tiempo se pensó que los animales migradores jóvenes podrían orientarse y “memorizar” las vías migratorias en compañía de sus progenitores. No obstante, en muchas especies de aves, los individuos jóvenes migran antes que los adultos.

Algunos especialistas creen que el “mapa de ruta” forma parte de la información genética de cada especie migradora, razón por la cual, los individuos jóvenes dispondrían de un sentido innato de la orientación.

Otros etólogos, en cambio, han concluido de sus investigaciones que son externas las causas que orientan a estos organismos en cursos fijos de desplazamiento. Por ejemplo, algunas aves se orientan por la posición del Sol. Se ha observado que la eficacia de las palomas mensajeras decae cuando el cielo está nublado. Las estrellas también pueden ser un punto de referencia para ciertos organismos. Algunos migradores son especialmente sensibles al campo magnético. Cuando se coloca un petirrojo europeo dentro de una caja, el pájaro se orienta en dirección migratoria. Pero, si la caja se dispone en un campo de intesidades diferentes a las del magnetismo terrestre, el ave toma otra orientación.



Las aves disponen de un amplio repertorio de estrategias de orientación y usan una u otra, o una combinación de ellas.



Las tortugas marinas regresan a la misma playa para desovar, ésta puede estar a 2000 km de su residencia habitual.

La relación en los vegetales



El crecimiento desigual del tallo de las plantas de girasol provoca que sus flores se orienten según la posición del Sol.

Aunque carezcan de sistema nervioso y de algunos receptores de señales, como tienen la mayoría de los animales, las plantas captan los cambios en el ambiente y responden a ellos. Por ejemplo, algunas de las plantas llamadas "carnívoras" tienen mecanorreceptores que detectan la presión que ejerce un insecto sobre sus hojas. A esta señal la planta responde cerrando rápidamente sus hojas y, entonces, el insecto queda atrapado y listo para ser digerido.

Muchas flores se abren a la mañana y se cierran al atardecer. Hay hojas que se pliegan hacia el tallo durante la noche. Algunos científicos comprobaron en el laboratorio que manteniendo a estas plantas con luz tenue, seguían realizando estos movimientos diarios. Esto se produce porque poseen un "reloj biológico" que controla su **ritmo circadiano**.



A veces, el ritmo circadiano de un organismo coincide con el de otro, lo que produce un aumento de la eficacia biológica para ambos. Por ejemplo, algunas flores secretan néctar en determinados momentos del día, que coincide con la "visita" de los agentes polinizadores.

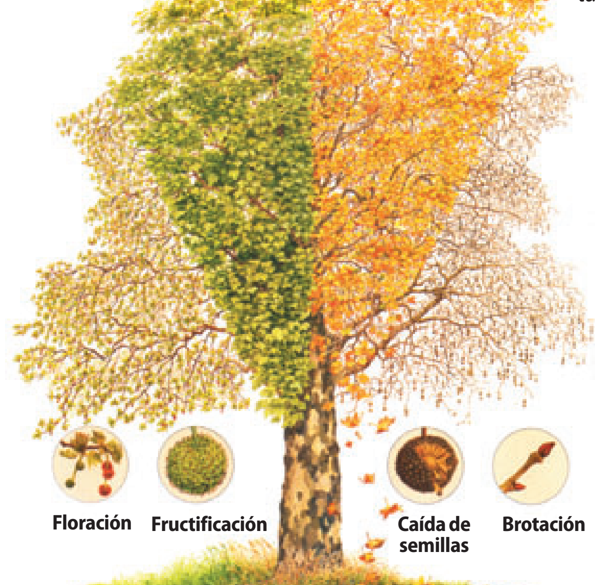
Como se explicó en el capítulo anterior, la clorofila es un pigmento que captura la energía lumínica que inicia el proceso de fotosíntesis. Pero las plantas cuentan también con otros fotorreceptores, los **fitocromos**, que detectan variaciones en el tiempo de exposición a la luz. Esta fotosensibilidad es fundamental en la floración y posterior fructificación de los vegetales.

DESARROLLO EN LAS PLANTAS

En el desarrollo de las plantas intervienen los fitocromos y las hormonas vegetales o fitohormonas.

Las **auxinas** son hormonas que determinan el crecimiento de los tallos y, en menor medida, las raíces. También están relacionadas con el crecimiento de la planta hacia la luz o **fototropismo positivo**. Como la luz destruye las auxinas, cuando se ilumina solo un sector de una planta, en éste las hormonas se degradan y, entonces, esta zona del vegetal no crece; sin embargo, en la región que permanece a la sombra, las auxinas promueven su crecimiento. De este fenómeno resulta el crecimiento asimétrico de la planta, con orientación hacia la luz. El crecimiento de los tallos en dirección contraria a la de la luz, se denomina **fototropismo negativo**.

Asimismo, las auxinas intervienen en el crecimiento de las raíces cuya orientación está determinada por la gravedad o **gravitropismo positivo**. El crecimiento de las raíces en dirección contraria a la gravedad se denomina gravitropismo negativo.



Cuando comienza la primavera, los fitocromos de uno de los árboles más comunes en las veredas, los plátanos, detectan la amplitud de los períodos exposición de la luz. En esas condiciones comienzan a actuar las **giberelinas**, hormonas que provocan el desarrollo de las yemas y la floración. Mientras, las auxinas promueven el crecimiento de tallos y raíces.

Antes de que comiencen las condiciones ambientales desfavorables para el plátano, el **etileno** promueve la maduración de los frutos.

A medida que el verano termina, los fitocromos detectan el acortamiento de los períodos de luz. Entonces disminuye la producción de giberelinas y aumenta la del **ácido abscísico**, hormona que provoca la caída de las hojas del árbol y regula la apertura de los estomas durante el intercambio gaseoso entre la planta y el medio. Al volver la primavera, el vegetal nuevamente produce giberelinas y se cubre de flores.

HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

En ciencias, una actividad fundamental es dar a conocer los resultados de las investigaciones. Con este propósito, durante la experimentación todo científico registra preguntas, hipótesis, variables, datos, etcétera. Finalizada la investigación, el especialista reúne y organiza toda la información en un texto cuyo destinatario es, generalmente, la comunidad científica.
En las clases de Biología, y también de las demás ciencias experimentales, los estudiantes elaboran textos para informar a su docente sobre el desarrollo y los resultados de las investigaciones realizadas en clase.

¿Cómo se elabora un informe de investigación?

Habitualmente, los científicos dividen en secciones sus informes de investigación. Como muchas de esas partes son respetadas por el mundo científico, hay cierta homogeneidad en la presentación y organización de la información a publicar de modo que, salvando las distancias de los idiomas de los autores, cualquier especialista interesado en la publicación podría reproducir la investigación.
Los estudiantes también dividen en partes sus informes de investigación. Por lo general, son sus docentes o los libros de texto los que les indican cuáles son estas secciones y cómo se las debe organizar. Básicamente, un informe de investigación escolar, debería contener los siguientes apartados:

Introducción, breve texto que contiene:
- el planteo del problema o de la pregunta que motivó la investigación;
- el propósito y objetivos que expliquen para qué se realizó la investigación; y
- la hipótesis o respuesta anticipada al problema o pregunta.

Diseño experimental, parte donde:
- se describen las variables. Debe especificarse muy bien cuáles son las controladas, las dependientes y las independientes para asegurar que el lector del informe comprenda el efecto de cada una de ellas en la experimentación. Además, una buena definición de las variables facilita la repetición del experimento;
- se enumeran los materiales usados: instrumental de laboratorio, programas informáticos, sustancias o reactivos, material biológico; y
- se describe de manera muy clara y precisa cada una de las actividades realizadas. Esta parte puede enriquecerse con esquemas o dibujos.

Resultados, división que presenta:
- las observaciones;
- las mediciones, que pueden organizarse en tablas y/o gráficos; y
- la interpretación de los resultados. En esta sección se pone a prueba la capacidad del investigador para encontrar las relaciones entre las variables. Si los datos fueron bien interpretados, la información obtenida permitirá verificar o rechazar la hipótesis.

Conclusión: sobre la base de los resultados y de la interpretación realizada sobre los mismos, en esta parte se publica si la hipótesis fue verdadera o falsa y se explican brevemente aquellos puntos que permitieron aceptarla o rechazarla.

Bibliografía: lista de textos y/o revistas consultados durante la elaboración de la introducción y la interpretación de los resultados. Las referencias a estos textos incluyen el siguiente orden de datos: Autor - Título de la obra - Páginas consultadas - Editorial - Lugar y año de edición.

Los informes de investigación
Generalmente, los informes que científicos y estudiantes elaboran para informar sobre sus actividades experimentales, son textos expositivo-explicativos. Estos textos se construyen a partir de dos acciones: explicar y exponer.
La **exposición** es un tipo de texto que se usa cuando el emisor tiene como propósito dar información precisa sobre un tema, sin tener en cuenta si el destinatario comprende lo que dice. Como se explicó en el Capítulo 3, si además de presentar un contenido informativo, el emisor usa una serie de recursos para que el destinatario lo entienda, se produce la explicación.

ACTIVIDADES

1. Busquen 3 informes de actividades experimentales que hayan realizado en clase y analicen si fueron elaborados con las secciones y parámetros que se indican en esta página.
2. Realicen la investigación propuesta en la página 291 y elaboren el informe según las consignas establecidas.
3. Copien la trama conceptual de la página 257 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

12 REPRODUCCIÓN Y BIODIVERSIDAD

La continuidad de la vida

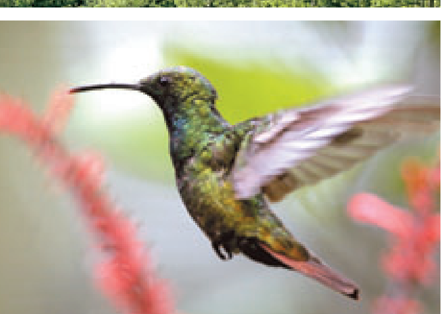
Entre los organismos, algunos viven solo algunas horas y otros, en cambio, parecen tener una vida infinita. Sin embargo, la duración de la vida de los seres vivos no es eterna. A todo organismo le llega el momento en que sus capacidades metabólicas, de crecimiento y sensibilidad se vuelven insuficientes para mantener su compleja organización. El ataque de predadores, la acción de parásitos, épocas de hambre, alteraciones perjudiciales del ambiente, o simplemente el conjunto de procesos aún no bien definido denominado envejecimiento, llevan finalmente a la muerte del organismo.

No obstante ello, la especie sobrevive por un período de tiempo mayor que el de cualquiera de sus organismos individualmente.

Mientras las abejas obreras viven solo unas 10 semanas, la abeja reina puede llegar a vivir hasta 5 años.

Las tortugas viven mucho tiempo. Pueden sobrepasar los 100 años. En longevidad, la tortuga más famosa se llamaba Tuimalilia. En 1774 el capitán James Cook se la regaló al rey de Tonga. Este reptil vivió en los jardines reales hasta su muerte, en 1966.

Las plantas alcanzan edades muy superiores a las de los animales. Hay cipreses de 3000 años y robles de 2000 años. Los árboles más viejos del mundo son los pinos californianos o sequoias. Uno de ellos, al que llaman Matusalén, tiene más de 4800 años. Parece increíble pensar que este pino existía mucho antes de la construcción de las pirámides egipcias.



El tiempo de vida de los colibríes varía entre 3 y 8 años según la especie. Algunos pinos, en cambio, pueden vivir hasta 3500 años.

Quimiosensibilidad
Quimioautótrofos
Feromonas Unilocular
Procariontes Célula Sensibilidad Fotosensibilidad
Fotosíntesis **Fotoautótrofos** Autótrofos
Eucariontes Mecanosensibilidad Visión Binocular
Gemación **Homeostasis** **Biodiversidad** Relación
Multiplicación vegetativa **Alternancia de generaciones**
Audición y fonación Ecolocalización
Ritmo circadiano Heterótrofos Sostén y movimiento
Partenogénesis **Asexual** **Reproducción** **Perpetuación de la especie**
Huevo amniota **Vivíparos**
Circulación de los nutrientes Termorregulación
División binaria Branquial Respiración Pulmonar
Ovovíparos **Interna** **Fecundación** **Sexual**
Tegumentaria
Ovíparos **Conjugación** Traqueal
Metamorfosis **Ovulíparos** **Externa**
Incubación

La reproducción no es una propiedad vital para un organismo. Un pino o un colibrí no dependen de su reproducción para sobrevivir. En cambio, los pinos y los colibríes dependen de la reproducción para continuar su vida sobre el planeta.

La **conservación** o **perpetuación de la especie** depende de su capacidad para compensar la mortalidad de los individuos de la población con la generación de nuevos seres.

Una de las definiciones de **especie** que acepta la biología es "conjunto de organismos que tienen características similares, son capaces de reproducirse y su descendencia es fértil." Por el contrario, llaman **híbridos** a los organismos que se originan por la cruza de individuos de especies diferentes entre sí. No pueden dejar descendencia.

La perpetuación de la especie implica mucho más que el acto de la reproducción: en muchos organismos se reconocen distintos patrones de comportamiento que aseguran desde una beneficiosa puesta de los huevos al cuidado de las crías.

Si bien muchas especies se reproducen asexualmente, la gran mayoría depende de la interacción de dos o más individuos de la misma especie. Esta interacción puede ser tan breve que solo dure el tiempo de unión de las gametas, o puede ser tan prolongada que el período incluya la protección de la descendencia por parte de uno o ambos progenitores.

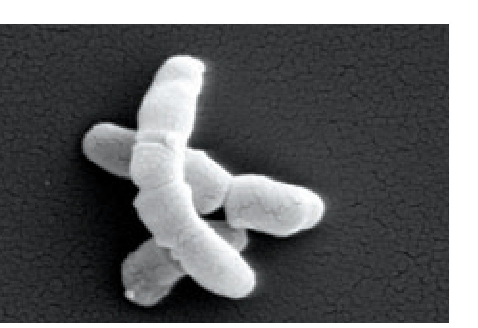
En síntesis, la **reproducción** consiste en una serie de procesos por los cuales un individuo **produce descendencia** y transmite la **dotación genética** que posee información para el desarrollo de las características generales de su especie.



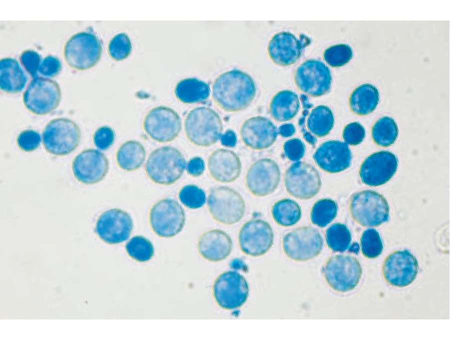
La cruza de cebra y burro produce organismos híbridos que no pueden reproducirse.



Los mamíferos se reproducen únicamente por vía sexual. Algunos copulan erguidos y otros lo hacen echados, como las vicuñas.



Bajo condiciones ideales, las bacterias pueden reproducirse por fisión cada veinte o treinta minutos. Muchos protistas unicelulares también se reproducen de esta manera.



Las levaduras se reproducen por gemación. En su cuerpo unicelular se forma un abultamiento que se denomina yema. El núcleo de la célula progenitora se divide y uno de los núcleos hijos pasa a la yema.



Muchos protistas unicelulares, como las diatomeas, se reproducen asexual y sexualmente.

Reproducción asexual y sexual

La **reproducción asexual** proporciona un factor de seguridad en la continuidad de la especie debido a que todos los organismos tienen las mismas probabilidades de reproducirse. En este tipo de reproducción no hay conformación de parejas ni encuentro de las gametas y generalmente produce un mayor número de descendientes. El inconveniente que presenta es que todos los descendientes producidos asexualmente tienen la misma composición cromosómica y genética que el individuo que los originó. Por lo tanto, la única posibilidad de variación depende de que se haya dado alguna mutación, lo cual es un fenómeno natural relativamente raro.

La **reproducción sexual** tiene menos seguridad de ocurrir ya que requiere la unión de dos individuos maduros para efectuar el intercambio de material hereditario. Sin embargo, su valor adaptativo es enorme, como lo demuestra el hecho de que casi todos los seres vivos, incluyendo las bacterias y los protistas, tienen al menos ocasionalmente ciertos procesos de intercambio sexual. Tal recombinación genética aumenta la probabilidad de supervivencia de una población, aumentando su **variabilidad**.

Reproducción asexual en organismos unicelulares

La reproducción asexual de organismos unicelulares puede realizarse mediante división binaria o fisión (división de un individuo en dos partes) o por fisión múltiple o fragmentación (división de un individuo en varias partes).

Durante la reproducción por **división binaria** se originan dos individuos. En cambio, durante la fisión múltiple se originan varios individuos.

En algunos protistas unicelulares se produce una división desigual de la célula llamada **gemación**. En este tipo de reproducción las células hijas reciben material nuclear pero poco citoplasma.

La gemación difiere de la fisión en que las dos partes producidas no son del mismo tamaño.

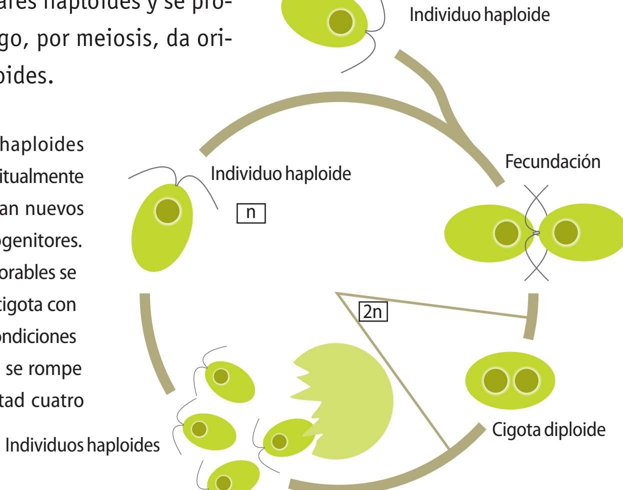
Reproducción sexual en organismos unicelulares

La reproducción sexual de organismos unicelulares se produce por la unión del material genético que aportan dos individuos.

En las bacterias este proceso se llama **conjugación**: se origina una protuberancia en la membrana de una bacteria “macho” que se fusiona con la membrana de una célula “hembra”.

La bacteria “macho” transfiere su ADN al organismo “hembra” por contacto entre las células.

En algunos protistas, como las *Chlamydomonas*, se aparean dos organismos unicelulares haploides y se produce una cigota diploide que luego, por meiosis, da origen a cuatro descendientes haploides.



Las *Chlamydomonas* son organismos haploides durante la mayor parte de su ciclo vital. Habitualmente se reproducen por fisión binaria y originan nuevos organismos haploides idénticos a sus progenitores. Cuando las condiciones de vida son desfavorables se reproducen sexualmente originando una cigota con una cubierta gruesa. Al reestablecerse las condiciones benignas, la cigota se divide por meiosis, se rompe la cubierta resistente y quedan en libertad cuatro organismos haploides.

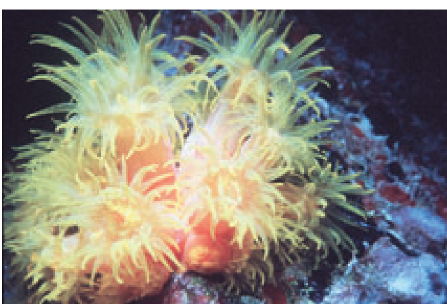
Reproducción asexual en organismos multicelulares

Básicamente hay tres formas comunes de reproducción asexual entre los organismos multicelulares: la multiplicación vegetativa y la partenogénesis.

Por **multiplicación vegetativa** se reproducen organismos de todos los reinos. Dos variedades de esta forma de reproducción son la gemación y la fragmentación.

La **gemación** es común en algunos animales que viven fijos a un sustrato, como las esponjas, las anémonas y los corales. Durante este tipo de reproducción asexual, un grupo de células se reproduce por mitosis y forma una **yema** o **brote**. A medida que las células se dividen, las yemas aumentan de tamaño hasta que se forma un individuo con todas las características del adulto. Este nuevo descendiente puede separarse del cuerpo del progenitor y ser llevado por la corriente de agua, lo que permite la dispersión de la especie; o bien puede permanecer unido y, en el caso de ser individuos coloniales, aumentar el tamaño de la colonia.





Muchos cnidarios, como las hidras y las anémonas de mar, se reproducen por gemación. Sin embargo, estos organismos también presentan reproducción sexual.



Las esponjas se reproducen asexualmente por gemación y fragmentación. Pero también se pueden reproducir sexualmente.

Durante la **fragmentación**, en cambio, el cuerpo del organismo se divide en varias partes, cada una de las cuales va a formar un nuevo individuo. Por ejemplo, las algas pardas y verdes de las costas marinas a menudo se rompen en pedazos por la acción de las olas; cada fragmento puede llegar a constituir un nuevo individuo.

Entre los animales, la fragmentación se produce en algunos invertebrados y está asociada con la posibilidad de regenerar partes del cuerpo perdidas.

Las plantas de frutillas producen tallos horizontales y rastreros llamados **estolones** que, a ciertos intervalos, forman raíces y tallos aéreos nuevos, estableciéndose de esta manera plantas que luego pueden separarse de la progenitora.

Muchas especies de pastos producen otro tipo de tallos rastreros y subterráneos llamados **rizomas**, que pueden dar origen a nuevos individuos.

La **partenogénesis** consiste en la formación de un nuevo individuo a partir de sucesivas divisiones mitóticas de la célula sexual femenina sin la participación de una gameta masculina. Entonces, la hembra produce un embrión sin fecundación previa.



La mayoría de las plantas, como la llamada "lazo de amor", se reproducen por fragmentación. Estos organismos producen ramas con yemas de las que se originan nuevos individuos.

Al rescate de un caracol

El Programa *Aylacostoma* intenta salvar de la extinción a un tipo de caracol cuya población se compone solo por hembras que se reproducen por clonación espontánea. Ana Mercado Laczkó, especialista en genética de caracoles, explicó: "Las *Aylacostoma* se reproducen sin cruzamiento sexual."
Manuel Quintana, biólogo de la Unidad Invertebrados del Museo Argentino de Ciencias Naturales, aclaró: "Viven en sectores de rápidos sobre fondos rocosos e iluminados de grandes ríos, donde el agua resulta saturada de oxígeno. Algo que solo se daba en un tramo del Alto Paraná". Ahora, el Museo de Ciencias Naturales, la Universidad Nacional de Misiones y la Entidad Binacional Yacyretá intentan salvar a los caracoles, que la mano del hombre puso en peligro, cuando se instaló la represa de Yacyretá-Apipé.

74 || CLARIN || INFORMACION GENERAL || 1° DE ABRIL DE 2000

ESTUDIO SOBRE LA VIDA DE LOS LAGARTOS

Reproducción por clonación o sexual: ¿cuál es la mejor?

Un grupo de biólogos ingleses estudió cuál es el éxito para sobrevivir de los lagartos que se reproducen sexualmente y de los que lo hacen por autoclonación. Los primeros tienen mayores posibilidades.

Sebastián H. García

Debido a que muchas especies animales asexuadas logran reproducirse perfectamente, grupos de científicos llegaron a plantearse un interrogante: ¿por qué existe el sexo?

En busca de una respuesta, un equipo de especialistas en biología de la Universidad de Southampton, Inglaterra, desarrolló una simulación de un ambiente habitado por especies sexuadas y asexuadas. Y publicaron sus resultados en la revista Nature.

Como ejemplo tomaron a un tipo de lagarto que vive en el desierto de Arizona, Estados Unidos. Este mismo reptil tiene la particularidad de englobar una subespecie que se reproduce sexualmente (*Cnemidophorus tigris*) y otra que se reproduce clonándose (*Cnemidophorus sonorae*).

Las segundas tienen la ventaja de reproducirse mucho más rápidamente y ser más fecundas que las que se reproducen sexualmente. Se estima que una hembra asexuada puede lograr, en menos de 40 generaciones, un millón de descendientes. Mientras tanto, los seres con dos sexos (como los humanos) tienen a su favor el hecho de intercambiar genes de dos padres diferentes. Al no ser copias idénticas de un solo progenitor, y nacer como resultado de la mezcla de material hereditario, son más ricos, más variados. Y, por lo tanto, más adaptables a los cambios del medio ambiente.

Aun siendo tan diferentes, el trabajo de Doncaster y sus colegas demostró que la coexistencia de los dos tipos de especies es posible, siempre y cuando la población de individuos "sexuales" mantenga un nicho más grande que el de los invasores asexuados.

El principal factor para explicar el resultado de esta experiencia es que los seres clonados tienden a actuar de un modo muy similar al de sus padres y al de sus pares. Por eso, compiten por los mismos recursos naturales, lo que hace que éstos se vean bastante limitados.

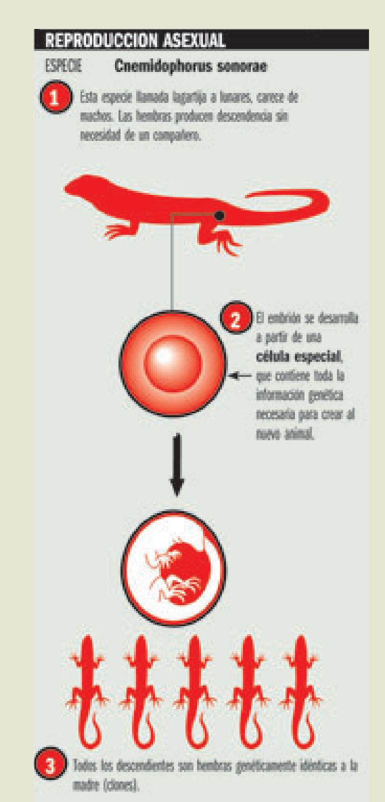
En cambio, los hijos producto del sexo tienen características particulares: de la mezcla de padre y madre nace un ser parecido a ambos, pero diferente. Esto los hace reaccionar de una manera particular en cada ambiente. Por eso, no compiten tanto entre sí y explotan una mayor cantidad de recursos para sobrevivir.

Ventajas y desventajas

Según algunos científicos, en un principio, todas las especies tenían un solo sexo y se reproducían mediante la partenogénesis (autoclonación natural, de la cual nace un nuevo ser que replica la información genética de otro). Así, sus crías eran hijas-hermanas de la madre. Esto hacía que todos los ejemplares fuesen hembras casi idénticas a sus progenitores. El resultado: les era difícil adaptarse a los cambios de la naturaleza. Hace 600 millones de años, las ventajas de tener dos sexos se fueron extendiendo. Pero para conseguir la variedad genética (y sus beneficios) los individuos tienen que tener dos padres. Y la especie debe mantenerlos. Resultado: este método de reproducción es más costoso para la especie.

Las ventajas reproductivas que alcanzan las especies asexuadas (rapidez y proliferación) van menguando con el tiempo, limitadas por su propia monotonía. Con el tiempo (en términos evolutivos, un plazo larguísimo), el sexo podrá sacar a relucir sus mejor arma: la variación.

Hoy en día siguen existiendo especies que se reproducen mediante partenogénesis y toda su población está compuesta por hembras. Este proceso de reproducción consiste en la maduración de los ovarios del individuo en base a las hormonas que segrega el cerebro. En el caso de los lagartos del estudio, dos hembras realizan una cópula ficticia (sin intercambio hormonal) que funciona como activadora del proceso de partenogénesis.





Reproducción sexual en organismos multicelulares

La reproducción sexual implica siempre la producción de una célula huevo o cigota, que resulta de la **fecundación** de dos gametas las que, por lo general, provienen de individuos sexualmente diferentes. Sin embargo, en algunas especies multicelulares las células sexuales son producidas por el mismo individuo, un **hermafrodita**.

En los organismos hermafroditas existen ciertos procesos que evitan la **autofecundación** o que disminuyen la probabilidad de que ésta tenga lugar, aunque es probable que suceda en algunas especies en las que los individuos no viven agrupados.

La **fecundación cruzada** es la unión de las gametas procedentes de dos individuos diferentes. Puede realizarse fuera del cuerpo del individuo que produce las gametas, **fecundación externa**, o dentro del cuerpo de la hembra, **fecundación interna**. Este último proceso asegura más la unión de las gametas que la fecundación externa.

Las gametas de cada sexo pueden tener la misma forma externa y la misma fisiología como sucede con las gametas de algunas algas y hongos; en cambio en las plantas y en los animales estas gametas siempre tienen formas y funciones diferentes.



La mayoría de los insectos son organismos de sexos separados y fecundación interna.



Los **hongos** habitualmente llamados "de sombrero" tienen un ciclo de vida principalmente haploide. La estructura más visible de este tipo de hongos se denomina **basidiocarpo** y produce esporas haploides. Cuando éstas germinan, dan origen a filamenos o **hifas** que crecen y conforman una masa denominada **micelio**. En esta estructura se produce la fusión nuclear, resultando de ella estructuras diploides que, por meiosis, originan nuevos basidiocarpos.

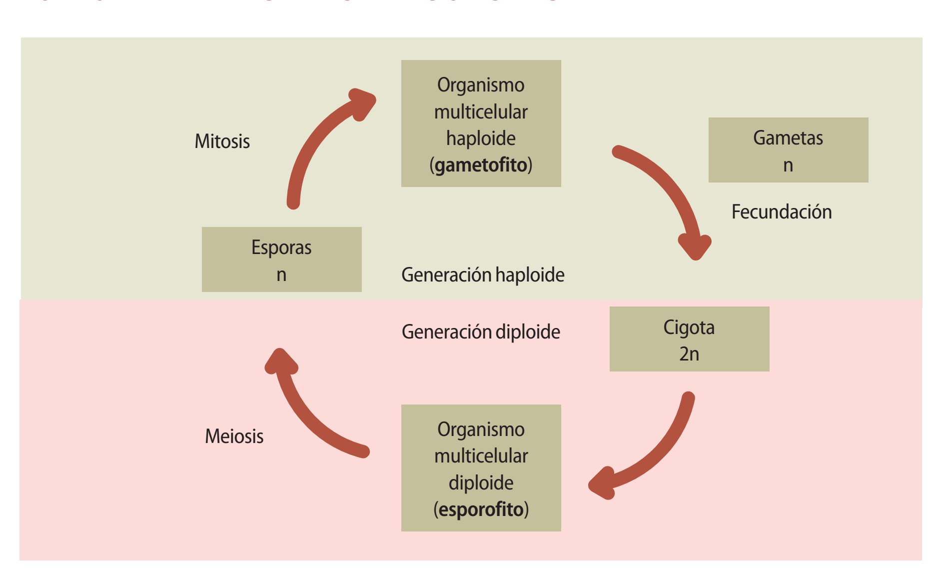


Los hongos desarrollan extensos micelios que crecen por debajo de la tierra. Estas estructuras tienen muy rápido crecimiento. En solo una noche, los basidiocarpos pueden alcanzar su tamaño máximo.

REPRODUCCIÓN EN ALGAS Y PLANTAS

Las **algas pardas**, las **verdes** y todas las **plantas** desarrollan un ciclo vital con **alternancia de generaciones**. Es decir, en estos grupos el ciclo vital se caracteriza por presentar una generación de organismos multicelulares diploides o **esporofitos** que producen otra generación de organismos multicelulares haploides o **gametofitos**.

MODELO DE ALTERNANCIA DE GENERACIONES EN UNA PLANTA





1. Lean la información sobre la reproducción en las plantas de las páginas 282 y 283. Identifiquen la alternancia de generaciones en gimnospermas y en angiospermas teniendo en cuenta el modelo de esta página.



Algunas algas pardas crecen en las costas. Habitualmente, el oleaje las corta y de los fragmentos se originan nuevos individuos.

Entre los protistas fotoautótrofos, las **algas verdes** se reproducen asexualmente y sexualmente cuando las condiciones ambientales son favorables. Algunas de las células que conforman el gametofito originan gametas flageladas. Cada una de éstas puede fusionarse con una proveniente de otro gametofito y originar una cigota de la que, por mitosis, se desarrolla el esporofito.

Las **algas pardas**, en cambio, son más complejas porque producen gametas distintas entre sí. El gametofito masculino libera espermatozoides pequeños y móviles, y el femenino produce gametas de mayores dimensiones que flotan en el agua, las **ovocélulas**. La fecundación origina la cigota de la que se desarrolla el esporofito.

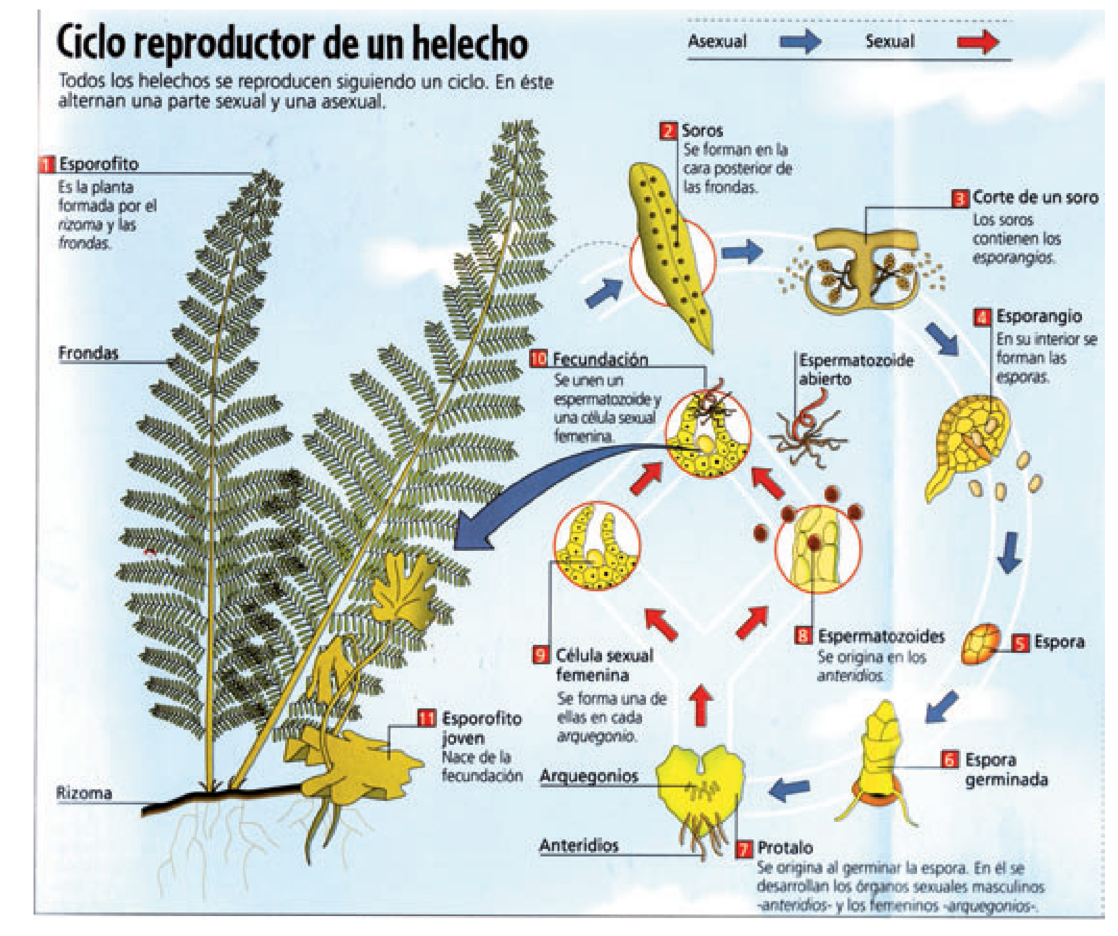
Como en las algas pardas, las **plantas** producen gametas diferentes entre sí: la femenina es una macrogameta, la ovocélula, y la masculina es una microgameta. Si la microgameta es móvil, se denomina **anterozoide** y, si es inmóvil, **célula espermática**.

En las **pteridofitas** o helechos, la planta frondosa y diploide es el esporofito, que contiene estructuras formadoras de **esporas** haploides en el revés de las frondas, los **esporangios**. Cuando germinan, las esporas producen una pequeña planta haploide fotoautótrofa, el gametofito, que origina **gametangios** u órganos productores de gametas.

Los anterozoides son producidos por el gametangio masculino, el **anteridio**; las ovocélulas, en cambio, por el gametangio femenino, el **arquegonio**.

Los anterozoides liberados por el anteridio nadan en el agua hasta llegar a una ovocélula, a la que fecundan. Por esto los helechos dependen del agua para su reproducción sexual. Una vez originada la cigota, por mitosis se desarrolla el frondoso esporofito diploide.

En los helechos, el gametofito haploide productor de gametas alterna con una generación diploide, el esporofito, productor de esporas. Por eso a este proceso se lo llama **alternancia de generaciones**.



En las **plantas**, las células sexuales o gametas no se originan generalmente por meiosis, como sucede en los animales, sino que ésta se halla separada de la gametogénesis por una generación haploide pluricelular.

El ciclo vital de las plantas se caracteriza por la **alternancia de generaciones**, en la cual organismos multicelulares diploides que producen esporas originan organismos multicelulares productores de células sexuales. Cuando dos gametas se fecundan, se forma el organismo diploide.

En las **gimnospermas**, los órganos reproductores son los **conos**, estructuras donde se forman las esporas. Estas plantas producen dos tipos de esporas. Las **microsporas** representan el **gametofito masculino** o **grano de polen**, que contiene las células espermáticas. Las **macrosporas** representan el **gametofito femenino**, que posee las ovocélulas.

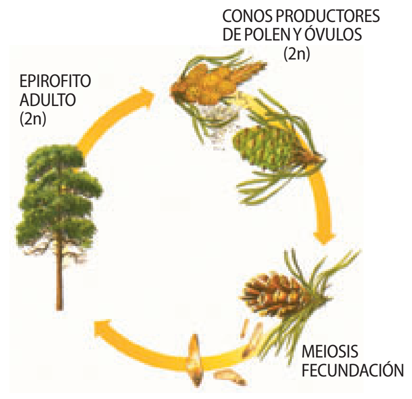
Por acción del viento, los granos de polen son llevados al gametofito femenino. La célula espermática es transportada por el **tubo polínico** hasta la ovocélula. Después de la fecundación se origina la cigota, y ésta origina el embrión que forma parte de la **semilla**. Cuando las semillas maduran, el cono se abre y son dispersadas por el viento. Cuando la semilla germina, origina una plántula, el esporofito joven.

Las **flores** son las estructuras reproductoras de las **angiospermas**. En estas plantas, el esporofito es la parte más visible del vegetal (raíz, tallo y hojas).

La mayoría de las flores son hermafroditas y, en general, están formadas por cuatro conjuntos de piezas florales: **sépalos**, **pétalos**, **estambres** y **carpelos**. Externamente se hallan los sépalos, que en su conjunto forman el **cáliz**; generalmente son verdes y protegen a la flor cuando se halla en estado de pimpollo. A estos le siguen los pétalos, que forman la **corola**, poseen colores vivos y muchas veces son perfumados e intervienen en la atracción de los animales polinizadores durante la floración.

Internamente se hallan los estambres que constituyen el **androceo**, donde se encuentran los granos de polen. En la región central de las flores se encuentran los carpelos fusionados que forman el **gineceo**. Ellos contienen los gametofitos femeninos. El gineceo está formado por el **estigma**, que es una superficie pegajosa donde se adhieren los granos de polen, el **estilo** y el **ovario**. Dentro del ovario hay uno o más **óvulos**. Cada uno de los óvulos contiene un gametofito femenino o **saco embrionario**, que contiene una ovocélula. Después que la ovocélula es fecundada, se transforma en el embrión y el ovario en un **fruto**.

Tanto a las gimnospermas como a las angiospermas se las agrupa con el nombre de **espermatofitas** porque producen semillas. En ambos grupos de vegetales, la **semilla** está compuesta por el embrión (esporofito joven), una reserva nutritiva dentro o fuera del embrión y una cubierta protectora externa.



Los pinos, como otras gimnospermas, no dependen del agua para la fecundación, por lo tanto puede reproducirse en lugares donde los helechos no pueden sobrevivir.

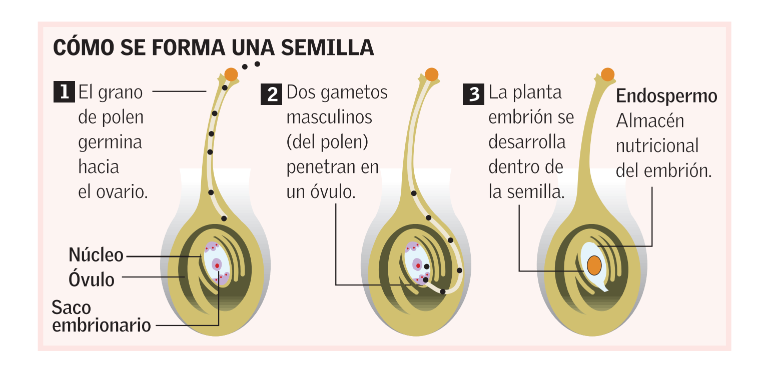
ACTIVIDADES

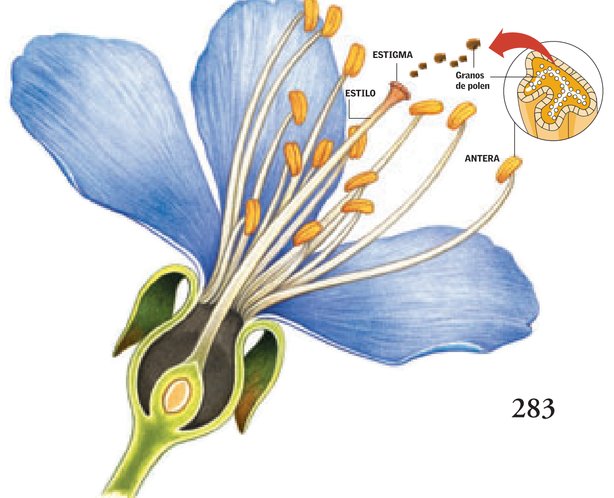
1. Observen el esquema que ilustra el ciclo reproductor de un helecho, lean el texto donde se explica este proceso y escriban un texto explicativo que integre toda la información.

2. Consigan flores de distintas plantas, obsérvenlas e intenten reconocer las partes descriptas en el texto y la imagen correspondiente.

3. Observen el esquema que ilustra cómo se forma una semilla, lean el texto donde se explica este proceso y escriban un breve texto explicativo que integre toda la información.

Una flor hermafrodita tipo está conformada por una envoltura estéril (el cáliz y la corola), y una porción fértil (el androceo y el gineceo).





REPRODUCCIÓN EN ANIMALES

La mayor parte de los animales tienen sexos separados aunque hay muchas especies **hermafroditas**. Las lombrices de tierra, por ejemplo, poseen ambos sistemas reproductores.

En algunos organismos, como las esponjas y algunos cnidarios y gusanos planos parásitos, las gametas pueden originarse en distintas regiones del cuerpo, pero en la mayoría de los animales se originan a partir de órganos especializados llamados **gónadas**. Las gónadas masculinas son los **testículos** y producen **espermatozoides** y las femeninas, los **ovarios**, que producen óvulos. Los **óvulos** son inmóviles y mucho más grandes que los espermatozoides.

Los caracoles, como los demás moluscos, se reproducen sexualmente por fecundación interna.





Los pulpos y los calamares machos tienen un tentáculo diferenciado con el cual depositan los espermatozoides en la hembra.

La mayoría de los óvulos contienen **vitelo**, sustancia nutritiva fundamental para el desarrollo y crecimiento del embrión.

La duración del desarrollo embrionario del organismo está relacionada con la cantidad de vitelo que posee el óvulo. La mayoría de los animales cuyos óvulos poseen poco vitelo, tienen un desarrollo embrionario de poca duración. En cambio, en aquellos animales cuyos óvulos contienen grandes cantidades de vitelo, el desarrollo embrionario es más prolongado.

Muchos óvulos están rodeados por una o más membranas. Próxima a la membrana plasmática se halla la **membrana primaria** llamada **vitelina**, producida por el propio óvulo, que interviene en la discriminación de los espermatozoides y evita que gametas masculinas de otras especies ingresen en el óvulo.

Las **membranas secundarias** son producidas por los ovarios y las **membranas terciarias** por los conductos genitales. Todas las membranas están relacionadas con la protección contra agentes mecánicos, químicos, térmicos, la deshidratación y la agresión de microorganismos.

Los espermatozoides son pequeños y muy móviles. La mayoría son células activas, con escasa sustancia de reserva y su vida media es en general corta. Su efectividad reproductiva depende, en gran parte, de la movilidad que les permite desplazarse y alcanzar la célula sexual femenina. Aunque hay una gran probabilidad de que los espermatozoides no logren fecundar un óvulo, este hecho está contrarrestado con la producción de un gran número de espermatozoides, en comparación con la cantidad de óvulos que producen las hembras.

El encuentro de las gametas es fundamental en la reproducción de los animales. En los casos de **fecundación externa**, las gametas son liberadas del cuerpo del progenitor. En la **fecundación interna**, en cambio, se producen procesos que permiten la salida del huevo al exterior, o bien, su alojamiento en algún lugar del cuerpo de la madre donde pueda realizarse apropiadamente el crecimiento y el desarrollo.



1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de fecundación, si son hermafroditas o unisexuales, si tienen desarrollo directo o indirecto y la clasificación de las páginas 245 a 248.

Muchos invertebrados liberan las gametas hacia el medio exterior, como ocurre en los cnidarios, platelmintos y equinodermos. El medio acuático facilita el desplazamiento y el encuentro de las gametas.

En otro caso, las gametas abandonan el cuerpo del progenitor a través de conductos o **gonoductos**: los **conductos deferentes** o **espermiductos** en los machos y los **oviductos** en las hembras. Los organismos que a través de estos conductos liberan al medio sus gametas se denominan **ovulíparos**.

Los machos de muchos moluscos y artrópodos tienen estructuras específicas que transfieren a las hembras los **espermatóforos** o paquetes de espermatozoides.

En los animales **ovíparos** el embrión se desarrolla dentro de un huevo, fuera del cuerpo de la madre. Los huevos pueden diseminarse en forma individual, ser depositados en grupos, colocados en nidos o llevados por uno de los padres.

Muchos animales incuban sus huevos; este fenómeno proporciona protección ante la predación y, de acuerdo a las especies, también puede brindar aireación, control de la humedad y la temperatura.

Algunas especies se denominan **ovovivíparas** porque conservan los huevos en el sistema reproductor de la hembra hasta que el desarrollo del embrión está parcialmente completo. Esto reduce la exposición de la cría a la inestabilidad del ambiente. Son organismos ovovivíparos algunos caracoles de agua dulce y terrestre, muchos escorpiones, algunos peces y ciertas serpientes.

Las especies **vivíparas** son aquellas en las que el embrión se desarrolla completamente en el interior del cuerpo de la hembra. Esta forma de reproducción es más exigente para la hembra, pero proporciona el máximo de protección.

El desarrollo del embrión termina cuando el individuo emerge como una forma juvenil (**desarrollo directo**) o una larva (**desarrollo indirecto**).

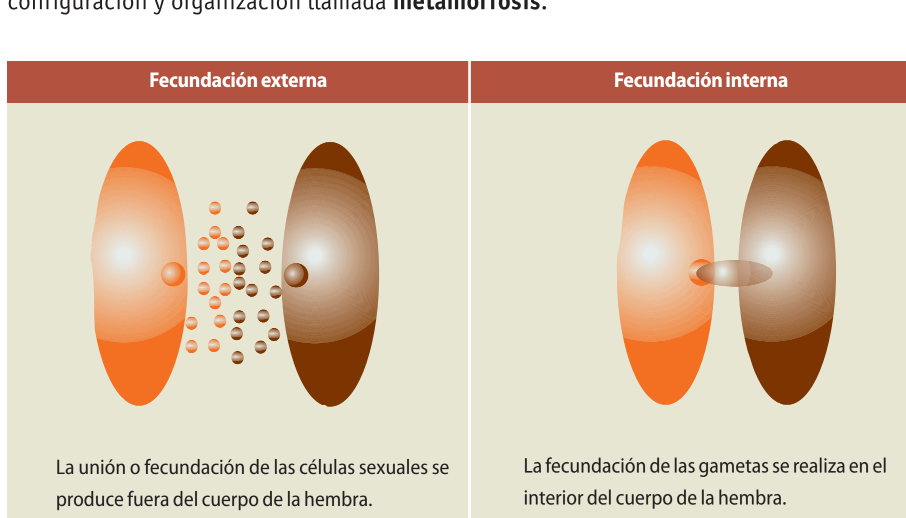
En muchas especies, el nuevo individuo es capaz de alimentarse por sí mismo y de llevar una existencia independiente. Sin embargo, hay algunos que requieren cuidados de sus progenitores.

Las formas juveniles son, en la mayoría de los casos, adultos en miniatura y, por tanto, presentan los modos de vida característicos de los adultos. Las **larvas**, en cambio, son diferentes de los individuos adultos de su misma especie, tanto por su apariencia como por sus hábitos de vida.

La etapa larvaria posee un valor adaptativo para la especie, ya que permite la realización de un desarrollo embrionario rápido y, por tanto, la producción de un gran número de huevos con poco vitelo, lo que supone un gasto mínimo de reservas del metabolismo materno. También suponen una ventaja para la distribución de la especie, ya que las larvas pueden desplazarse por sus propios medios o ser transportadas a grandes distancias por el aire, por otros animales o por corrientes de agua. Esta dispersión es especialmente importante en las especies sedentarias que, en estado adulto, no se desplazan del lugar que ocupan.

Las larvas pueden vivir en el agua, ya sea dulce o salada, o en tierra firme.

Para llegar al estado adulto, las larvas pasan por una profunda transformación de su configuración y organización llamada **metamorfosis**.



La unión o fecundación de las células sexuales se produce fuera del cuerpo de la hembra.

La fecundación de las gametas se realiza en el interior del cuerpo de la hembra.

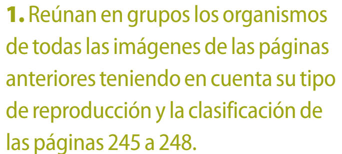


Los caballitos de mar son peces ovíparos. Los machos incuban los huevos en una bolsa ventral.



Muchos peces cartilaginosos, como los tiburones y las rayas, son ovíparos. Dentro de los huevos los embriones se desarrollan mientras consumen el vitelo que contienen.





1. Reúnan en grupos los organismos de todas las imágenes de las páginas anteriores teniendo en cuenta su tipo de reproducción y la clasificación de las páginas 245 a 248.

La reproducción y el ambiente

Los erizos de mar tienen sexos separados y sus sistemas reproductores están compuestos por gónadas y gonoductos de estructura sencilla.

DEPENDENCIA DEL MEDIO ACUÁTICO

Como muchos otros animales acuáticos, poseen **fecundación externa**. Ésta resulta enormemente costosa en términos de la inversión metabólica que se requiere para producir suficientes gametas que aseguren la supervivencia de la especie. Se calcula que en ciertas especies, una sola hembra puede liberar 4 millones de óvulos y el macho expulsar hasta 100 mil millones de espermatozoides en cada expulsión de gametas.

La cría de los peces se denominan alevinos. Son presa fácil de los predadores.

En algunos animales, las posibilidades de que las células sexuales se encuentren aumentan cuando se agrupan en colonias densas antes del acto de liberación de las gametas.

Los óvulos fecundados poseen poco vitelo y, por lo tanto, el desarrollo embrionario es muy corto. A los pocos días nace una **larva planctónica** con bandas ciliadas que es llevada por la corriente de agua, alejándola de sus progenitores.

Luego de permanecer un tiempo como habitante del plancton, pierde sus bandas ciliadas y cae al fondo donde se produce la **metamorfosis** y se transforma en un erizo de mar adulto.

En los **peces óseos**, el período embrionario varía con la especie. Además, su duración también depende de factores externos, como la temperatura del agua y su concentración salina.

La mayoría de estos organismos son ovíparos de fecundación externa. La reproducción es periódica en muchos de ellos y lo más habitual es que exista un período anual de reproducción.

Para el apareamiento, los individuos de ambos sexos se reúnen formando cardúmenes en lugares específicos para la liberación de gametas.

Muchos peces que se ocupan de sus crías, como las truchas y salmones, suelen hacer nidos y otros desarrollan una incubación bucal, como las "chanchitas" de agua dulce. Las cavidades naturales, hendiduras entre las rocas y las valvas vacías de moluscos pueden ser utilizados como nidos. A menudo limpian estas cavidades y algunas veces acarrean hasta ellas materiales para el nido, sobre todo plantas acuáticas.

DEPENDENCIA DE LA HUMEDAD AMBIENTAL

Como habitantes del suelo, la gran amenaza de las lombrices es la deshidratación, no solamente del tegumento, sino también de sus gametas y embriones. Estos organismos son **hermafroditas**. Tienen un par de testículos y un par de ovarios pero, como las gametas de un mismo individuo maduran en diferentes momentos, no hay autofecundación.

Las lombrices de tierra son organismos hermafroditas. Cuando se aparean intercambian espermatozoides y en ambas se produce la fecundación de sus óvulos.



El **clitelo** es una estructura reproductiva característica de las lombrices. Contiene abundantes glándulas que producen un fluido mucoso que interviene en la copulación y en la formación del **capullo** donde estos animales depositan sus huevos.

Durante la cópula, las glándulas del clitelo forman un **tubo mucoso** que mantiene acoplados a los individuos mientras se produce la transferencia mutua de espermatozoides. Este acto puede durar hasta tres horas. Una vez que los espermatozoides ingresan en los receptáculos seminales de ambas lombrices, los animales se separan y cada uno se prepara para segregar un **capullo**.

Primero la lombriz secreta un material viscoso alrededor del clitelo; y luego libera un material más resistente con el que se forma el capullo. Los óvulos y los espermatozoides almacenados hasta ese momento son liberados en el interior del capullo y allí se produce la fecundación de las gametas.

Finalmente, las lombrices depositan el capullo en el suelo y el desarrollo de los embriones continúa hasta que emergen pequeños individuos juveniles.

Los **anfibios** viven únicamente en ambientes cálidos o templados y húmedos. Se reproducen por **fecundación externa**. Durante ese proceso, la hembra libera los óvulos en el agua mientras el macho deposita los espermatozoides: son organismos **ovulíparos**. Los huevos permanecen en el agua o en un ambiente húmedo mientras se desarrollan los embriones. La **metamorfosis** de los anfibios también se produce en un medio acuático o de humedad adecuada.

En el apareamiento, el macho abraza por el dorso a la hembra y fecunda los óvulos que ésta expulsa. Los huevos son puestos aislados, en masas o en cordones.

Determinados anfibios construyen nidos: escogen un lugar donde poner los huevos, como charcos, lagunas, depresiones húmedas del suelo o pequeñas acumulaciones de agua en las ramas de los árboles. Algunos también controlan los huevos y ayudan a las larvas a llegar hasta el agua. En algunas especies los padres producen masas de espuma que protegen a los huevos contra la desecación, permiten fijar la puesta a las plantas o sirven de balsa para los huevos.

En otras especies, las crías se desarrollan en estrecho contacto con el cuerpo paterno. En el "sapo partero", el macho se enrolla los cordones de huevos alrededor de las patas posteriores y se esconde en un lugar húmedo fuera del agua hasta que nacen las larvas.

En los anfibios ocurre una metamorfosis que abarca tres procesos:

- la reducción o destrucción completa de las estructuras orgánicas del estadio larvario, como por ejemplo las branquias y la cola de los renacuajos;
- el desarrollo de nuevas estructuras orgánicas, como las extremidades, los pulmones y los párpados; y
- la transformación de determinadas estructuras orgánicas como, por ejemplo, cambios en el sistema digestivo que determinan el régimen herbívoro de los renacuajos, al carnívoro de los adultos.



Los axolotes pertenecen a un grupo de anfibios con cola llamados urodelos. Algunos no completan su metamorfosis. Pueden permanecer como formas larvales acuáticas y adquirir madurez sexual en este estado.

Huevo
Embrión
Branquias Externas
Cola
Renacuajo
Patas traseras

Etapas de la metamorfosis del sapo común.

Un sapo partero puede llevar en su dorso los huevos de varias hembras.



En la copulación de los saltamontes o langostas, el macho inserta su pene extensible en el orificio genital femenino. La mayoría de los insectos se aparean una sola vez en su vida.

INDEPENDENCIA DEL AGUA

La mayoría de los **insectos** tienen sexos separados. El sistema reproductor está conformado por un par de gónadas (ovarios o testículos), un par de gonoductos en los que se descargan los productos sexuales (oviductos o espermiductos), y un órgano copulador (vagina o conducto eyaculador).

Todos los insectos poseen **fecundación interna**: los espermatozoides son transferidos a la hembra formando espermatóforos o estuches de espermatozoides.

Los huevos están recubiertos por la secreción de las glándulas accesorias de los oviductos. Estas sustancias pueden servir para adherirlos a una superficie o mantenerlos juntos formando una cubierta protectora impermeabilizante.

La mayoría de los insectos presentan un **desarrollo indirecto**, es decir, del huevo eclosiona una **ninfa** o una **larva**.

De los huevos de cucarachas, saltamontes y chinches emergen **ninfas**: pequeños individuos parecidos a los adultos. En general, no tienen alas desarrolladas, gónadas ni genitales externos. Son insectos de **metamorfosis gradual** porque adquieren las características del individuo adulto lentamente y en mudas sucesivas. A estos animales también se los llaman **insectos hemimetábolos**.



La metamorfosis completa de las mariposas consta de tres etapas. La etapa larvaria (orugas) constituye una fase alimenticia activa. Las larvas tienen piezas masticatorias diferentes de las de los adultos. Durante la fase de pupa, el animal se alimenta de las reservas de nutrientes almacenadas en la etapa anterior. La etapa adulta se caracteriza por la adquisición de la madurez sexual, la capacidad de volar y el desarrollo de las piezas bucales de succión del néctar de las flores.

De los huevos de mariposas, polillas, abejas, avispas, hormigas y moscas emergen **larvas**: pequeños individuos muy diferentes del adulto, tanto en el aspecto como en sus costumbres.

Las larvas crecen sin cambios morfológicos importantes hasta que se transforman en una **pupa**, al final de la fase larvaria.

El estado de pupa es una fase de pasividad y letargo aparente, ya que el animal no se mueve ni se alimenta y vive de las reservas alimenticias acumuladas. Sin embargo, dentro de la pupa se producen cambios tan drásticos como la muerte y desintegración de los tejidos larvarios, y el desarrollo de los del adulto. Al final de esta fase, el insecto se desprende de la cubierta y emerge como **imago**, un individuo adulto, alado y sexualmente maduro.

A estos animales se los llaman **insectos holometábolos** porque su **metamorfosis es total o completa**.

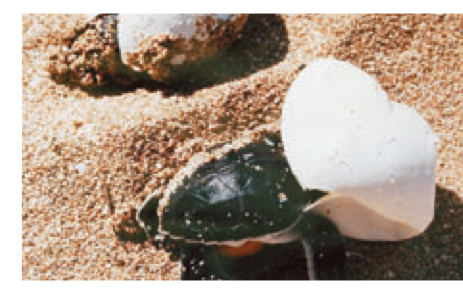


Los gusanos de seda (orugas de una especie de mariposa) se alimentan de las hojas de la planta de mora. Cuando se completa el desarrollo larval, los gusanos inician la formación de los capullos de seda. La etapa de pupa finaliza con la transformación que da origen a la mariposa.

La mayoría de los **reptiles** son animales **ovíparos** cuyos embriones se desarrollan en huevos con una cáscara y un conjunto de membranas que evitan su deshidratación. Estas membranas también intervienen en la nutrición, el intercambio de gases y la eliminación de materiales residuales del embrión.

Si bien en los mamíferos el desarrollo del embrión se produce en el interior del útero de la hembra, junto con los reptiles y las aves producen cuatro tipos de membranas extraembrionarias que en su conjunto conforman el **huevo amniota**:

- el **amnios** es una delgada membrana que envuelve por completo al embrión. Esta membrana contiene el **líquido amniótico**, que baña al embrión y lo protege de la deshidratación y de los golpes y adherencias;
- el **saco vitelino** contiene el vitelo, que participa en la alimentación de los embriones, sobre todo en los reptiles y las aves;
- el **alantoides** es una bolsa muy irrigada que actúa como depósito de desechos metabólicos e interviene en el intercambio de gases entre el embrión y su medio; y
- el **corion** es la membrana extraembrionaria más externa, que linda con la cáscara en los vertebrados ovíparos, o con los tejidos maternos, en los vivíparos. Constituye la zona de intercambio entre el embrión y el medio que lo circunda. En las especies ovíparas, junto con el alantoides participa en el intercambio respiratorio de gases.



Las tortugas marinas pueden poner hasta 1000 huevos en una temporada. Sin embargo, sobreviven muy pocas porque en su marcha hacia el mar son atacadas por sus predadores.

En los **animales amniotas** ovíparos y ovovivíparos, los huevos están rodeados por otras envolturas fabricadas en su recorrido descendente por el oviducto.

En las aves, por ejemplo, la parte superior del oviducto secreta la **clara**. La clara está compuesta por proteínas, de las cuales la más abundante es la **ovoalbúmina**. También contiene un agente bactericida que protege al embrión de eventuales infecciones.

Durante su descenso por el oviducto, el huevo rota y la clara adherente se enrosca y adquiere la forma de filamentos espirales llamados **chalazas**, que mantienen al huevo en una posición determinada.

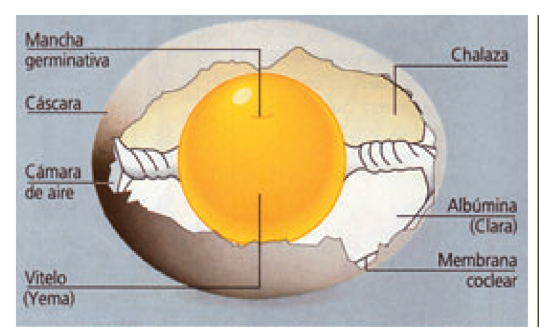
Las **membranas de la cáscara** o **membranas testáceas** son dos láminas que se encuentran en contacto, salvo en el extremo más redondeado del huevo, donde las membranas interior y exterior están separadas y forman una **cámara de aire**.

La **cáscara** está compuesta en su mayor parte por sales calcáreas y es porosa, lo que permite al embrión intercambiar gases con el aire del exterior.

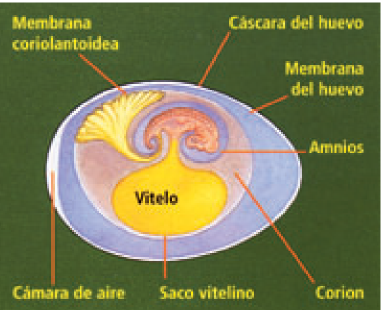
En el huevo de gallina se calcula que el recorrido total del huevo, desde el momento de su descarga desde el ovario (ovulación) hasta el punto en que está preparado para ser depositado, toma de 25 a 26 horas.



La mayoría de las aves construyen nidos donde depositan sus huevos. Muchas de ellas los incuban y, después del nacimiento de la cría, la alimentan y protegen.



Esquema de la estructura interna de huevo amniota de ave.



Esquema del desarrollo de un embrión en un huevo amniota.

CON-CIENCIA EN LOS DATOS

Peso aproximado de los huevos con cáscara:

- Colibrí: 0,5 g;
- Gallina: 65-80 g;
- Flamenco: 150 g;
- Cóndor: 275 g;
- Pingüino Emperador: 450 g;
- Ñandú: 575 g; y
- Avestruz: 1500 g.



Cuando las crías de la comadreja overa maduran, abandonan el marsupio pero se refugian allí cuando la madre sale a cazar.

Todos los **mamíferos** tienen sexos separados y la reproducción es de tipo **vivípara**, excepto en el grupo de los **monotremas** (ornitorrinco y equidna), que es **ovípara**.

A excepción de los monotremas y algunos marsupiales, las vellosidades del corion, junto con el alantoides, se unen a la pared del útero y originan la **placenta**, que permanece unida al embrión por el **cordón umbilical**. A través de estas estructuras se produce el intercambio de materiales entre la madre y el feto.

Los **monotremas** habitan en Oceanía. Ponen huevos, como los reptiles y las aves, pero alimentan a sus crías con leche que las hembras secretan por las glándulas mamarias. Como carecen de mamas y de pezones, las crías lamen la leche que se escurre por los pelos de su abdomen.

Los **marsupiales** habitan en Oceanía y unas pocas especies en América del Sur. En la Argentina habitan algunas pocas especies de marsupiales: las comadrejas.

El nombre del grupo hace referencia a la bolsa o marsupio presente en algunas especies. Las crías nacen muy poco desarrolladas porque la placenta es muy sencilla. El período de gestación intrauterino es muy breve. Una vez nacidos, los pequeños embriones se arrastran hasta las mamas de la madre, que están encerradas en el **marsupio**; allí completan su desarrollo.

Los **mamíferos placentarios**, así llamados por tener la placenta bien desarrollada, son cosmopolitas. Se caracterizan por presentar períodos de gestación más prolongados y por nacer más desarrollados que en los grupos anteriores.

En estos vertebrados, el dimorfismo sexual puede ser muy marcado o faltar por completo.

El **celo** o período de apareamiento se manifiesta por modelos especiales de comportamiento y sirve para sincronizar la disposición de los dos sexos para la reproducción.

A menudo, la cópula y la fecundación se suceden de inmediato. Pero en algunas formas se desarrollaron efectos retardantes que les permiten salvar épocas desfavorables.

Algunas especies de murciélagos, por ejemplo, copulan en otoño y los espermatozoides son almacenados por la hembra hasta que en primavera se produce la fecundación de sus óvulos.

La gestación dura desde la fecundación del huevo hasta el nacimiento y está relacionada con el tamaño del animal: las formas pequeñas tienen un tiempo de gestación más breve que las formas mayores.

El número de crías por camada varían mucho según los grupos. Normalmente, cuanto mayor es el tamaño del animal, más largo es el período de gestación y menor el número de crías.





Dentro del marsupio las crías obtienen alimento y temperatura adecuada. La cría madura alterna su alimentación entre la leche materna y las hierbas.



Generalmente los ornitorrincos ponen dos huevos en nidos subterráneos. Las hembras los incuban rodeándolos con su cuerpo durante diez días aproximadamente. Después de tres meses, las crías inician una vida independiente.



Nacimiento de un elefante.

HABLAR Y ESCRIBIR EN CIENCIAS

Las actividades experimentales y sus informes

En el Capítulo 11 se explicó el proceso de nutrición que realizan los organismos fotoautótrofos. Asimismo, se describió la secuencia de apartados que deberían tener los informes de laboratorio escolares. En esta página se les propone integrar ambos conocimientos. Para ello realicen la actividad experimental que sigue y elaboren el informe correspondiente.

¿Cómo influye la luz en la síntesis del alimento de las plantas? ¿Cómo reconocer el almidón elaborado por las plantas?

Para responder estas preguntas necesitan una planta de malvón o geranio, una hoja de papel canson negro, clips para sujetar papeles, alcohol, lugol, un mechero o calentador, una cacerolita, una lata y agua.
Recorten cuadrados de canson negro de aproximadamente 3 cm x 3 cm.
Tapen parcialmente con los cuadraditos y de ambos lados algunas hojas de la planta, sujetándolos con clips.
Coloquen la planta a la luz y riéguenla periódicamente. Después de 4 o 5 días, retiren los cuadraditos y separen las hojas de la planta.
Para reconocer el almidón elaborado por la planta, primero es necesario extraer la clorofila de las hojas. Para ello, hiervan en poca agua las hojitas durante 5 minutos y sáquenlas con una pinza.
Observen los cambios en el aspecto de las hojitas.
Coloquen 3 o 4 cm de alcohol en la lata y sumerjan allí las hojas.
Introduzcan la lata dentro de la cacerolita con agua bien caliente. Tengan cuidado de no acercar el alcohol al fuego porque es inflamable.
Para reconocer el almidón se usa lugol, indicador color caramelo que cambia a negro violáceo cuando toma contacto con este carbohidrato.
Extraigan las hojas del alcohol, colóquenlas en un plato y echen unas gotas de lugol sobre ellas.

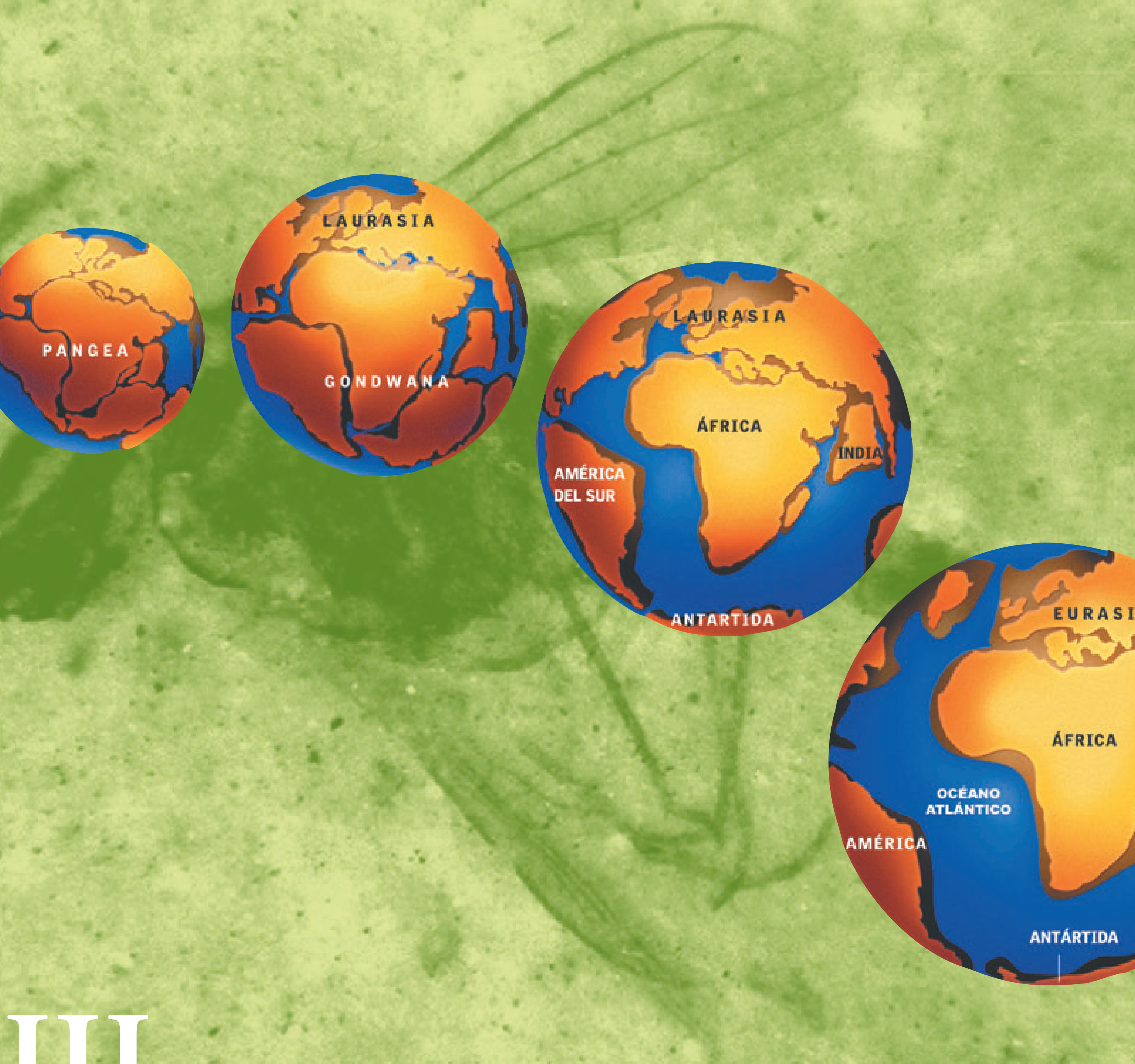
- ¿En qué paso del experimento se produjo el ablandamiento de las hojas?
- ¿Para qué se produjo el paso anterior?
- ¿En qué paso se extrajo la clorofila de las hojas?
- ¿En qué material quedó el pigmento?
- ¿Qué relación encuentran entre los lugares que fueron tapados por los cuadraditos, la luz y la presencia de almidón?

¿Qué hubiera sucedido si la planta no se hubiera colocado a la luz?
¿Y si no la hubieran regado?
¿Hay almidón en los órganos de la planta que no son verdes?
¿Cómo verificarían que la planta absorbe agua por las raíces?
¿Qué harían para determinar que la planta intercambia gases con el medio a través de las hojas?
¿Cómo separarían algunos de los pigmentos fotosintéticos entre sí?
¿Pueden las plantas vivir en un ambiente herméticamente cerrado?

La alimentación de las plantas
Las plantas son organismos fotoautótrofos porque capturan energía lumínica que utilizan en la síntesis de glucosa, a partir del dióxido de carbono que ingresa por las hojas y del agua que absorben por las raíces. El exceso de glucosa sintetizado, lo almacenan como almidón.

ACTIVIDADES

1. Elijan una de las preguntas, piensen en grupo cómo la responderían, busquen información, diseñen y armen el dispositivo necesario, desarrollen el experimento y elaboren el informe correspondiente.



III HOMEOSTASIS EN EL AMBIENTE

Hace 140 millones de años se hubiera podido ir a veranear a las playas de Bariloche o a las montañas de Buenos Aires; pero hubiera sido imposible escalar el Aconcagua ni otra montaña de la cordillera de los Andes, porque no existían.

Hace 70 millones de años, hacer un zafari por la jungla de la patagonia para ver dinosaurios también hubiera sido un interesante paseo.

Hace 10 mil años, al pasear por el territorio que hoy ocupa la pampa o Buenos Aires, se hubiera podido observar enormes perezosos de varias toneladas parándose sobre sus patas traseras para alcanzar las hojas de los árboles, los megaterios. También animales parecidos a las llamas pero con una pequeña trompa con la se llevaban vegetales a la boca, las macrauquenias; elefantes peludos, los mastodontes; y pequeños caballos que no eran los que muy posteriormente trajeron los conquistadores. Con un poco de suerte, quizá se hubiera podido ver al tigre dientes de sable acechando alguna presa.

¿Por qué el paisaje de ayer no es el mismo de hoy?

Los paisajes que hoy podemos apreciar no son los mismos que en épocas pasadas, ni probablemente sean parecidos a los que habrá en el futuro.

Los cambios que se han producido en la superficie terrestre pueden ser de origen antrópico, por acciones humanas sobre el medio; exógeno, debido a factores ambientales; o endógeno, producto de la dinámica interior del planeta.

Durante millones de años, los factores exógenos y endógenos han influido de manera sustancial en el modelado de los paisajes naturales del planeta, y aún hoy continúan transformándolo.

La historia de la Tierra es el relato de la sucesión de transformaciones que, distribuidas en prolongados períodos, han tenido un efecto decisivo en el mundo viviente.

Desde su ígnea conformación, la corteza se enfrió progresivamente y quedó dividida en un conjunto de placas flotantes sobre un océano de ardientes y densas "aguas".

El desplazamiento continuo de estas placas originó variedad de escenarios: masas de tierra que emergen, otras que desaparecen; mares que "crecen" e inundan tierras, otros que se evaporan o desaparecen; "eternas" capas de hielo que cubren las superficies y que con el tiempo dejan de serlo, quedando reducidas a blancos casquetes; períodos de vulcanismo que hacen brillar a la Tierra; sismos que fragmentan continentes; choques de bloques terrestres que originan montañas donde el llano era el paisaje común; regiones habitadas por múltiples formas de vida que se hacen inhóspitas y donde quedan rastros que evidencian su existencia; terrenos desérticos que se pueblan de la más rica biodiversidad pero no tienen asegurada su supervivencia en el tiempo.

La corteza terrestre se modificó y aún se modifica; sus habitantes cambiaron y todavía cambian. Pero estas alteraciones se producen en armónica sintonía: cambian las condiciones del medio, cambian las formas de vida. Todo sistema viviente está indisolublemente relacionado con el espacio que lo rodea y con el tiempo.

Cada animal, cada planta, cada microbio es un simple eslabón en una cadena de formas cambiantes.

La evolución y las adaptaciones de los seres vivos son el producto de un equilibrio dinámico entre los organismos y el ambiente.

La biodiversidad del pasado y la de la actualidad se explica a través de la evolución biológica.

Para los biólogos, el espacio y el tiempo son dos dimensiones inherentes al origen y la evolución de los seres vivos. El pasado geológico y biológico terrestre ha sido el laboratorio desde el que hoy se puede comprender de dónde venimos.

El tiempo en el tiempo

El tiempo está íntimamente ligado a otras nociones como origen, continuidad, inestabilidad y contingencia.

Origen, puesto que se considera que la aparición de la vida es un acontecimiento acaecido una sola vez desde la formación de la Tierra. Todos los seres vivos en la actualidad descienden de un único y mismo antepasado o de un número restringido de formas primitivas.

Continuidad, debido a que desde la aparición de los primeros organismos, se considera que los seres vivos solo pueden descender de otros como resultado de reproducciones sucesivas.

Inestabilidad, puesto que los ambientes de la Tierra atraviesan sucesivas transformaciones que condicionan la distribución y viabilidad de los seres vivos. Por otra parte, los cambios en el material genético y la reproducción sexual proporcionan la variación necesaria para la evolución de las especies.

Contingencia, dado que no hay ninguna intención de algún tipo en la naturaleza, es decir, un plan preestablecido.



Biodiversidad en balsa

Entre 1912 y 1930, el meteorólogo Alfred Wegener (1880-1930) desarrolló la teoría de que en algún momento todos los continentes estuvieron unidos en una sola masa terrestre llamada Pangea. Propuso que este supercontinente se fragmentó y originó los actuales continentes.

En los años subsiguientes, muchos geólogos consideraron desopilantes las ideas de Wegener, hasta que la evidencia de la deriva continental fue tan contundente que ya no pudo ser ignorada por mucho tiempo más.

Actualmente, se sabe que los movimientos de los continentes están asociados al desplazamiento de grandes placas de corteza terrestre que flotan como balsas sobre el material que conforma el manto.

La separación y unión de los continentes se produce cíclicamente cada 400 a 500 millones de años.

Uno de los efectos más notables de la deriva continental es el exclusivo conjunto de mamíferos primitivos que puede encontrarse en Australia y América del Sur. Durante el Mioceno y el Plioceno los mamíferos placentarios sustituyeron a los monotremas y marsupiales en casi todos los continentes, excepto en América del Sur y Australia.

De estas observaciones, ha surgido la idea de que estos organismos conquistaron la parte austral de Pangea y la deriva posterior los aisló de la competencia con otros grupos de mamíferos.

La evolución de los mamíferos en la "aislada" América del Sur fue independiente de la del resto del mundo, hasta que este continente se unió con América del Norte a través del istmo de Panamá, durante el Plioceno. En este momento comenzaron las colonizaciones masivas de mamíferos del norte hacia el sur, lo cual provocó la desaparición de muchos organismos sudamericanos.

PARTE III
HOMEOSTASIS EN EL AMBIENTE

13 EL AMBIENTE EN EL ESPACIO

Ecología y ecologismo



Póster de una campaña organizada en México para evitar la extinción de las tortugas marinas, debido al consumo de huevos y carne de estos animales.

Es frecuente la referencia a la ecología en los medios de comunicación. Por ejemplo, en el nombramiento del director de Ecología de un municipio; en las inauguraciones de nuevos espacios o parques ecológicos; en la publicidad de algunos productos, entre cuyas virtudes se especifica que son "ecológicos". Actualmente, en los comercios es posible encontrar detergentes ecológicos, desodorantes ecológicos, leches ecológicas, pollos ecológicos, verduras ecológicas, pieles ecológicas... hasta tintorerías ecológicas.

También son habituales las marchas de protesta de personas que, defendiendo sus derechos, piden a las autoridades por la solución de determinados problemas ambientales.

En cuanto a los productos, las industrias han diseñado fórmulas o inventado materiales para, por ejemplo, no contaminar, no exterminar especies, no talar, no acelerar el adelgazamiento de la capa de ozono, etcétera. Por eso las palabras "ecología", "ecológico" y "ecológica" están incorrectamente usadas. La **ecología** es una ciencia (como la química, la biología o la geología) que estudia las interacciones entre los organismos y su ambiente. Por eso, para el lenguaje científico no es adecuado usar este término como adjetivo de productos o cargos directivos que están relacionados con el **ecologismo**, el **conservacionismo** o el **ambientalismo**. Es decir, que se encuentran vinculados con movimientos ideológicos que intervienen de diferentes formas para concienciar a la sociedad sobre problemáticas ambientales.

Ser ecólogo o ecóloga requiere de una formación profesional universitaria. Ser ecologista, en cambio, requiere de una firme convicción sobre el papel destructivo y remediador de la humanidad sobre el ambiente.

Productividad neta
Proceso respiratorio
Productividad primaria
Medio físico
Ciclos biogeoquímicos
Flujo de energía
Interacciones
Componentes abióticos
Estrategias r
Biomasa
Relaciones interespecíficas
Espacio
Biodiversidad
Ciclo de la materia
Componentes bióticos
Ecosistema
Estrategias K
Estrategias reproductivas
Homeostasis
Relaciones intraespecíficas
Comunidad
Ecología
Potencial reproductivo
Disposición espacial
Recursos y condiciones
Individuo
Hábitat
Capacidad de carga
Crecimiento poblacional
Tamaño poblacional
Población
Densidad de la población
Nicho ecológico

Medio, ambiente y medio ambiente

Es común leer en numerosos textos, los conceptos **medio**, **ambiente** y **medio ambiente** utilizados en forma indistinta.

Pero, el significado y la utilización de estos términos están vinculados con un área de de conocimiento específico y el campo de aplicación. Por ejemplo, en ciencias sociales son frecuentes conceptos como ambiente económico, ambiente cultural, etcétera.

En ecología, estos términos tienen significados distintos:

El concepto **ambiente** se refiere a los componentes bióticos y abióticos que interactúan con las poblaciones de seres vivos, o habitualmente se refiere a un sector de la naturaleza.

En cambio, la palabra **medio** solo señala los componentes abióticos que se relacionan con los organismos. Por lo tanto, para esta ciencia el concepto "medio ambiente" es redundante. Sin embargo, es usual referirse al medio ambiente cuando se trata la problemática ambiental relacionada con las acciones humanas que alteran la naturaleza.

A partir de la década de 1960, las acciones de los grupos ambientalistas se centraron en la conservación de los animales en peligro de extinción. Actualmente, intervienen en la mayoría de las problemáticas ambientales provocadas por el hombre.





1. Busquen y seleccionen en diarios y revistas un artículo sobre ecología y otro sobre ecologismo. Fundamenten la clasificación realizada de cada artículo.
2. Busquen dos artículos periodísticos e identifiquen aquellas frases o términos en los que la palabra ecología o sus derivados están incorrectamente usados.
3. Busquen información sobre movimientos ecologistas nacionales e internacionales y anoten las líneas de acción que ejercen en la sociedad para controlar el cumplimiento de las normativas vigentes para la conservación del medio ambiente.

La ecología como ciencia

La ciencia de la **ecología** debe su nombre al zoólogo alemán Ernst Haeckel (1834-1919). En 1870, a partir de sus estudios acerca de las relaciones entre los animales y su ambiente, propuso el término "ecología" que deriva del griego *oikos* que significa "hogar". Para este científico, la ecología podría definirse como el "estudio de la economía de la naturaleza".

Pero la ecología tiene una historia muy anterior, cuando aún no tenía nombre.

Un hito en este campo lo marcó el naturalista alemán Alexander von Humboldt (1769-1859). En sus largos viajes de exploración y estudio, se interesó particularmente por la vegetación de América del Sur. Para él, la distribución y composición de la vegetación estaba relacionada con la temperatura del ambiente. Esta relación seres vivos-ambiente fue innovadora y un gran disparador para los estudios ecológicos posteriores.

En la obra *El origen de las especies*, Charles Darwin introdujo nuevos conceptos para explicar fenómenos naturales, como competencia, adaptación, predación y otros.

Desde entonces, la nueva ciencia comenzó a emerger con identidad propia.

A partir de 1900, la definición de Haeckel fue reinterpretada y reformulada muchas veces.

Con el tiempo, los conocimientos sobre ecología se fueron incrementando, hasta que se la consideró una disciplina científica cuyo objeto de estudio son las interrelaciones entre los seres vivos y su ambiente.

La ecología, disciplina amplia, compleja y relativamente joven de las ciencias biológicas, crece con el aporte de otras ciencias como la química, la física, la biología, la geología, la hidrología y las ciencias de la atmósfera. También, la matemática constituye una herramienta imprescindible para trabajar con modelos, para realizar predicciones, para recabar, clasificar y tabular datos obtenidos.

Asimismo, el avance de la tecnología aportó nuevos instrumentos que permiten realizar estudios ecológicos cada vez más rigurosos. También el aporte de las ciencias sociales es muy importante para el estudio del impacto que pueden producir diferentes actividades humanas en el ambiente.

Distintas definiciones de ecología por diversos autores.

AUTOR	AÑO	DEFINICIÓN
Ernst Haeckel (zoólogo alemán)	1870	Estudio de las interacciones de los organismos con su ambiente.
Herbert Andrewartha y Louis Birch	1954	Estudio de la distribución y abundancia de los organismos.
Eugene Odum (ecólogo norteamericano)	1971	Estudio de la estructura y función de la naturaleza.
Charles Elton (biólogo inglés)	1972	Historia natural científica, cuyo estudio es la sociología y economía de los animales.
Institute of Ecosystem Studies de Millbrook New York		Estudio científico de los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, las interacciones entre los organismos, y las interacciones entre los organismos y las transformaciones y flujo de energía y de materia.

La ciencia de la ecología tiene tres niveles de estudio:

- **ecología del individuo**: estudia el modo de vida de los organismos, cómo se ven afectados por su entorno y cómo influyen sobre éste;
- **ecología de la población**: estudia la presencia o ausencia de especies, la abundancia, escasez o fluctuaciones del número de ciertas poblaciones; y
- **ecología de la comunidad**: estudia la estructura y dinámica de las comunidades.

Además, en ecología también se estudian los ambientes construidos y alterados por la humanidad. En síntesis, como en toda ciencia, el principal objetivo de la ecología es comprender la complejidad del mundo para poder explicarla.

El ecosistema: modelo de estudio de la ecología

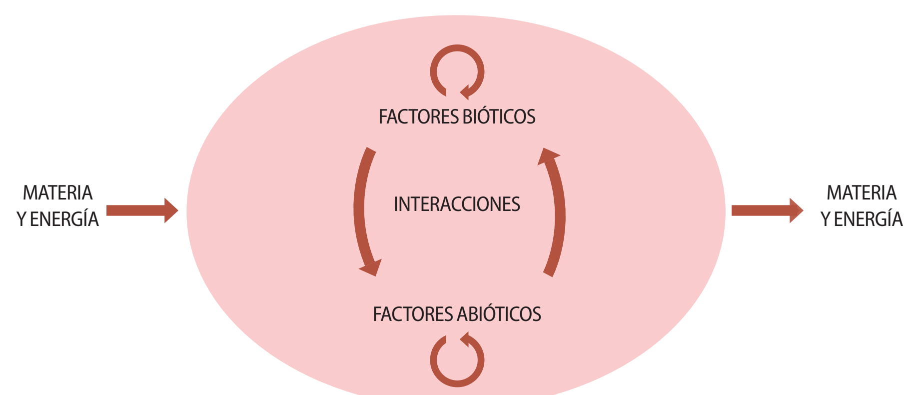
Para estudiar las interacciones entre los seres vivos y su ambiente, los ecólogos establecen límites imaginarios para aislar un sector del ambiente del resto de la naturaleza. Estas unidades de estudio de la ecología son los **ecosistemas**.

Los tamaños y los límites de los ecosistemas varían según el "recorte" del ambiente que se desea investigar. Por ejemplo, puede delimitarse como un ecosistema una selva, una laguna o un tronco caído.

En los ecosistemas se analizan las poblaciones de seres vivos o **componentes bióticos**, sus interrelaciones y las interacciones con los componentes físicos del medio o **componentes abióticos**.

Si leen la apertura de la primera parte (página 7) pueden comparar el esquema de ecosistema con el modelo del sistema humano.

Esquema modelo de ecosistema



La Tierra es un gran **sistema ecológico** complejo. Pero, desde el punto de vista práctico, se limitan unidades de estudio llamadas ecosistemas. Estos modelos son sistemas abiertos.

Los componentes estudiados dentro de los ecosistemas no se encuentran aislados. Por ejemplo, una población de mariposas (componente biótico) se alimenta del néctar de determinadas flores. A su vez, pueden vivir y reproducirse dentro de ciertos límites de temperatura. Este simple ejemplo muestra algunas de las relaciones de esta población con los componentes bióticos y abióticos del ambiente que habita. Así, cuando se describe la composición de un ecosistema se consideran los componentes que lo forman: población de mariposas, plantas de determinada especie, la temperatura óptima, etcétera.

Pero, el estudio de la dinámica de los ecosistemas implica el análisis de los componentes en múltiples relaciones. Por ello, es común hablar de **factores bióticos** y **abióticos** en el funcionamiento de los ecosistemas.

Al establecer relaciones los factores se modifican mutuamente y por eso, las relaciones reciben el nombre de **interacciones**. En el ejemplo anterior, las mariposas liban el néctar y de esta forma, obtienen la materia y la energía para su mantenimiento y sus actividades. A su vez, el polen de las flores queda adherido a las mariposas, las cuales lo transfieren a otras flores cuando se posan en ellas, facilitando la reproducción de las plantas.

Principalmente, para construir un modelo de ecosistema determinado, los ecólogos investigan:

- La distribución, circulación y transformación de la materia y la energía.
- Las transformaciones de los componentes abióticos como el suelo, el agua y el aire, etcétera.
- Las interacciones entre los individuos de una población o entre poblaciones de distinta especie biológica.



Los factores abióticos interacúan entre sí y con los factores bióticos. Por ejemplo, los gases liberados en una erupción volcánica alteran la composición del aire atmosférico y a su vez el desarrollo de las plantas cercanas.



1. Biguá (*Phalacrocorax olivaceus*)
2. Ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*)
3. Carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*)
4. Sirirí pampa (*Dendrocygna viduata*)
5. Federal (*Amblyramphus holosericeus*)
6. Rana del zarzal (*Hyla pulchella*)
7. Yacaré negro (*Caiman yacare*)
8. Lobito de río (*Lontra longicaudis*)
9. Boa curiyú (*Eunectes notaeus*)
10. Polla sultana (*Porphyrula martinica*)
11. Lavandera (*Fluvicola leucocephala*)
12. Tortuga de laguna (*Phrynops hilarii*)
13. Gallito de agua (*Jacana jacana*)
14. Martín pescador chico (*Chloroceryle americana*)
15. Aguilucho pampa (*Busarellus nigricollis*)
16. Yaribú (*Jaribu mycteria*)
17. Pirí (*Cyperus giganteus*)
18. Pehuajó (*Thalia geniculata*)
19. Repollito de agua (*Pistia stratiotes*)
20. Camalote (*Eichhornia azurea*)
21. Amapola de agua (*Hydrocleis nymphoides*)

Los Esteros del Iberá: un modelo de estudio

Para facilitar la comprensión de la estructura y la dinámica de un ecosistema, primero se delimita o recorta la porción del ambiente natural que se desea estudiar, en este caso, los Esteros del Iberá.

Los esteros constituyen un gran conjunto de pantanos, ríos y lagos de agua cristalina, en el centro y el noreste de la provincia de Corrientes, bordeados por los ríos Paraná y Uruguay.

Los esteros han sido considerados humedales de importancia internacional. En los **humedales** el agua es el componente y factor fundamental que condiciona las características y biodiversidad del lugar. Son superficies cubiertas de agua, de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes con distintos niveles de salinidad, cuya profundidad no excede los seis metros.

ESTRUCTURA DE LOS ESTEROS DEL IBERÁ

Durante la primavera, en los Esteros del Iberá la cantidad de horas de luz diaria activa la floración de muchos tipos de plantas.

En las hojas de las plantas llamadas pehuajó se encuentran organismos como la rana del zarzal, con "ventosas" en sus dedos que le permiten trepar sobre éstas.

Los aguiluchos pampa vuelan de un lugar a otro al ras del agua con su presa entre las garras. Otras aves, como el martín pescador, permanecen en las ramas bajas mientras esperan capturar un pez.

Durante el día, los sirirí pampa permanecen en la orillas en grandes bandadas y vuelan durante la noche.

Otros organismos comunes en los esteros son el aguará guazú, los hongos, insectos, algas microscópicas, etcétera.

En general, las interacciones entre los organismos y su ambiente no pueden ser observadas a simple vista. Por ejemplo, el viento transporta el polen y las semillas de algunas plantas. Numerosas poblaciones de plantas sumergidas, peces y otros organismos acuáticos interactúan constantemente debajo de la superficie de la laguna. En el suelo los microorganismos actúan sobre los restos y desechos de los demás seres vivos.

En una foto es imposible captar la población total de carpinchos o de camalotes que habitan los esteros. También sería difícil dibujarlos en una misma lámina. Más allá de estas imposibilidades, y del pequeño grupo de organismos representado en la ilustración, en los esteros hay muchos individuos de la misma especie, es decir, hay variedad de poblaciones de seres vivos.

En ecología se denomina **población** cada conjunto de organismos de la misma especie biológica que ocupan un mismo lugar en un determinado tiempo.

Las poblaciones se relacionan entre sí y en conjunto constituyen la comunidad.

Es decir, una **comunidad biológica** es el conjunto de poblaciones de un ambiente determinado que comparten recursos, condiciones e interactúan entre sí en un momento determinado.

La luz, los materiales del suelo, el agua, la humedad y la presión atmosférica, entre otros, son ejemplos de componentes físicos del ambiente o componentes abióticos, que en conjunto conforman el **medio**.



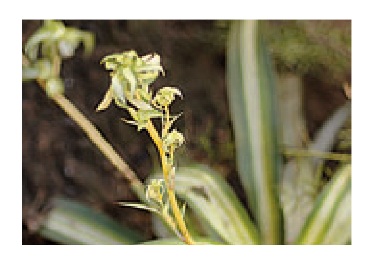
El aguará guazú es un organismo característico de los esteros. Sus principales recursos alimenticios son pequeños mamíferos como vizcachas, cuises, etcétera. Además, el desarrollo óptimo de estos animales requiere condiciones de temperatura promedio de 26 °C.

Recursos y condiciones

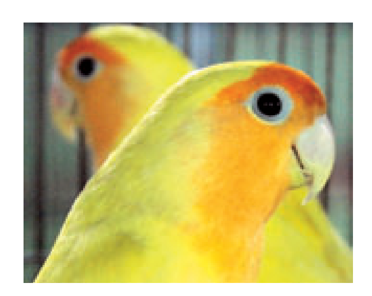
Tradicionalmente, los conceptos de recursos y condiciones fueron utilizados como sinónimos para describir todo componente del ambiente necesario para la viabilidad de los seres vivos. En la actualidad, los ecólogos establecen una diferencia entre ambos términos.

Todo aquello que influye en la supervivencia y el crecimiento de los individuos constituyen los recursos de la población. Precisamente, se denomina **recurso** a todo tipo de materia o energía que es consumida o al espacio ocupado por las poblaciones. La cantidad de recursos puede disminuir, agotarse u ocuparse para su uso, ya que son utilizados en las actividades vitales de los seres vivos.

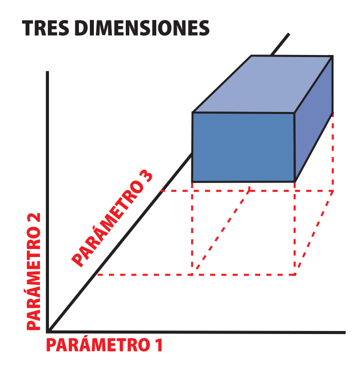
En cambio, los factores abióticos que influyen en la vida de los organismos, como la salinidad, la temperatura, la humedad y el pH, son llamados **condiciones**. Éstas varían en el espacio y el tiempo y pueden ser modificadas por la interacción con los seres vivos. A diferencia de los recursos, las condiciones no son consumidas o agotadas por los organismos.



La planta llamada "lazo de amor" es un individuo modular.



Las cotorras son ejemplos de individuos unitarios.



Para definir el nicho ecológico de una especie, se estudian 3 o más parámetros. Cuantas más dimensiones se estudian y describen, más precisa es la determinación del nicho ecológico de una población determinada.

Ecología del individuo

En los Esteros del Iberá hay plantas que emiten tallos paralelos al suelo en los que, en ciertos tramos, se desarrollan pequeñas raíces y, finalmente, otras plantas.

También allí las hidras se reproducen por gemación: de un individuo se desarrollan otros que permanecen ligados por cierto tiempo.

En estos casos, es difícil delimitar el individuo. Por eso, los especialistas clasifican a los individuos en dos tipos:

- **individuos unitarios**: son organismos que tienen una forma determinada, como los peces y las aves; e
- **individuos modulares**: son organismos que tienen desarrollo indefinido y poco predecible, como la mayoría de las plantas.

Hábitat y nicho ecológico

En una comunidad, cada población ocupa un lugar o área específica llamada **hábitat**. En un ambiente o un ecosistema determinado puede haber varios hábitats ocupados por diversas especies. La delimitación de los hábitats depende de los organismos y el sistema que se investiga. Por ejemplo, el hábitat de los carpinchos puede ser los Esteros del Iberá o el agua y los márgenes de las cuencas de un área específica de este humedal.

Sin embargo, la posibilidad de que las poblaciones de seres vivos de los esteros coexistan en el mismo hábitat y al mismo tiempo, depende de sus **nichos ecológicos**. Este término es algo confuso ya que "nicho" sugiere una connotación espacial, pero no solo implica este aspecto.

Por ejemplo, el nicho ecológico de la población de carpinchos está delimitado por numerosas interacciones:

- se alimentan de pastos tiernos u ocasionalmente de algunos peces;
- viven en ambientes con escasa amplitud térmica, cercanos al agua, ya que no excavan galerías ni túneles, sino que utilizan refugios naturales;
- su principal predador natural es el yaguareté; y
- cuando aumenta la temperatura del ambiente se sumergen en el agua, ya que complementan con distintos comportamientos la regulación de su temperatura corporal.

El nicho ecológico de una población es un concepto abstracto que incluye todas las condiciones ambientales necesarias y los recursos requeridos para mantener una población viable. Además, incluye aspectos relacionados con el "modo de vida" de los organismos, como el comportamiento, sus ciclos diarios y estacionales, las relaciones que establecen con los demás seres vivos del ambiente, etcétera.

Aun así, solo pueden analizarse algunos de estos factores en un momento dado. Pero, una cantidad significativa de parámetros estudiados pueden dar una idea del nicho de una especie en particular.

El nicho ecológico no es algo que se pueda ver. Puede estudiarse en un organismo o en una especie. En cambio, los hábitats son regiones reales que proveen diversos tipos de nichos. Por ejemplo, los humedales de los esteros proporcionan distintos nichos ecológicos a los ciervos de los pantanos, los lobitos de río, los biguá, y numerosas especies más.



Una de las causas de la disminución de la población de yaguaretés se debe a la destrucción de su hábitat.

Ecología de las poblaciones

Las poblaciones dentro de un ecosistema pueden aislarse y estudiarse como subsistemas. Los límites de las poblaciones están determinados por el propósito de la investigación. De este modo, se puede estudiar la población de pulgones sobre una hoja, en un árbol o en un bosque.

El conocimiento de la estructura y dinámica poblacional no solo es relevante para el estudio de las diversas interacciones entre los organismos, también tiene una importancia práctica para las actividades humanas. Por ejemplo, la pesca del dorado en los Esteros del Iberá, requiere determinar el número de peces de la población que pueden ser capturados sin afectar su potencial de reproducción.

La distribución de poblaciones en el planeta está relacionada con las características físicas del ambiente y las de los organismos que las conforman. Por eso, cada población tiene una estructura y una dinámica propia, que son sometidas a cambios permanentemente.

TAMAÑO Y DENSIDAD DE LAS POBLACIONES

Una de las propiedades fundamentales de una población es su tamaño, es decir, la cantidad de individuos que conforman la población en estudio. Este parámetro constituye un dato básico para estudiar la estructura de las poblaciones.

Para determinar el **tamaño poblacional** los ecólogos utilizan diferentes métodos o **censos** poblacionales según el tipo de población.

El método más simple es el **conteo** directo de los individuos de la población en estudio. Esta forma es común para contar algunos tipos de plantas, animales sésiles como las anémonas o grandes que se desplazan lentamente, como los bisontes.

Para determinadas poblaciones, como mamíferos pequeños, se aplica la **captura**, **marcado** y **recaptura**. Esta técnica consiste en capturar al azar un número de individuos (muestra), marcarlos y liberarlos para que se mezclen con el resto de la población. Luego de cierto tiempo, se recaptura otra muestra al azar. Se cuentan los individuos marcados recapturados y todos los datos son volcados en una fórmula matemática que permite realizar un cálculo estimado del tamaño de la población.

$$N = \frac{M_1 \cdot M_2}{R}$$

N: Tamaño de la población.
M_1: Número de individuos capturados y marcados de la primera muestra.
M_2: Número de individuos recapturados.
R: Número de individuos marcados de la segunda muestra.

Además del tamaño de la población, los ecólogos también calculan el espacio que ocupa cada individuo de la población o el espacio total en el que vive esa población.

Por ello, otro factor significativo en el estudio de una población es la **densidad** o número de individuos en relación con la superficie o el volumen que ocupan.

Por ejemplo, en los Esteros del Iberá existe la población de ciervos de los pantanos más grande de la Argentina (entre 1000 y 2800 individuos). Si se supone que un promedio de 2000 ciervos de los pantanos habitan los 13 000 km² que ocupan los Esteros del Iberá, el cálculo de la densidad de esta población se obtiene del cociente entre el número de individuos y el área total que ocupan:

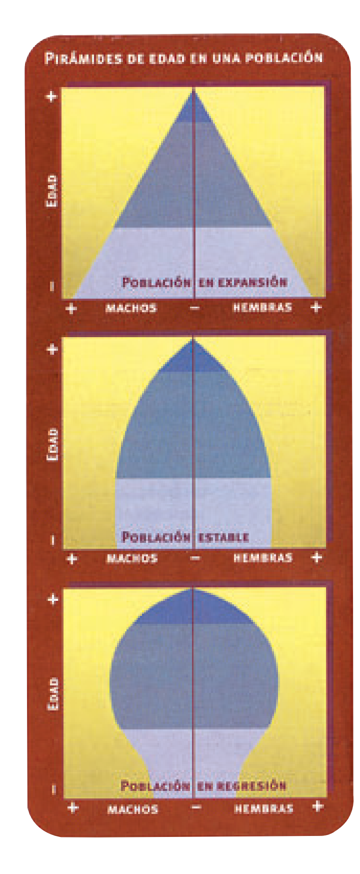
$$D = \frac{\text{n° de individuos}}{\text{superficie total}} \qquad D = \frac{\text{2000 individuos}}{\text{13 000 Km}^2} \qquad D = 0{,}15\ \text{i/Km}^2$$

Con estos cálculos se estima que cada ciervo de los pantanos dispone aproximadamente de 6,66 Km² para desarrollar su vida.

Estructura etaria y sexual

Otra de las propiedades de las poblaciones es su estructura por edades y sexos. La primera constituye la proporción de individuos de diferentes edades en una población.

En ecología, la vida de un organismo se clasifica en tres etapas: pre-reproductiva, reproductiva y post-reproductiva. Cada período tiene una duración relativa según la especie. La estructura etaria de las poblaciones se representa a través de gráficos de barra o **pirámides de edad**, las que permiten observar fácilmente la composición de la población según la edad. También, suelen representar la estructura poblacional según el sexo, en el caso de las poblaciones que se reproducen sexualmente.



DISPOSICIÓN REGULAR

En este tipo de disposición, los individuos conservan una distancia relativamente constante entre ellos.

DISPOSICIÓN AGRUPADA

Los individuos pueden formar grupos. Esta disposición favorece la reproducción.

DISPOSICIÓN AL AZAR

Cuando los recursos están distribuidos en forma homogénea, los individuos se distribuyen al azar.

DISPOSICIÓN ESPACIAL

Los organismos que forman una población pueden estar dispuestos de diversas formas en el territorio que habitan. Cada población posee una **disposición espacial** característica.

Esta propiedad informa a los ecólogos sobre las características del ambiente donde se encuentran las poblaciones y las posibles interacciones entre los individuos que las integran. Estos especialistas han determinado tres patrones básicos de disposición de las poblaciones.

CRECIMIENTO POBLACIONAL

Las poblaciones no son estáticas, en ellas ocurren fluctuaciones relacionadas con el número total de los individuos.

Estas modificaciones de tamaño están dadas por 3 factores: los nacimientos, las muertes y las migraciones que puedan ocurrir.

El tamaño se incrementa con los nacimientos (N) y con la inmigración (I) o ingreso de individuos en la población. En cambio, disminuye con las muertes (M) y la emigración (E) o salida de miembros de la población.

Cuando los ecólogos desean analizar la variación en el número de individuos de una población en un lapso de tiempo específico, usan la siguiente fórmula:

$$\textbf{N (tamaño actual)} = \textbf{N}_i \textbf{ (tamaño inicial)} + N + I - M - E$$

La diferencia entre el tamaño actual y el número de individuos de la población inicial muestra su variación, es decir, el número de integrantes que incrementó o redujo la población.

En el tamaño de una población también influyen dos factores opuestos. Por un lado, cada población posee cierta capacidad para reproducirse en condiciones ideales. De este modo, pueden aumentar el número de individuos de acuerdo a un índice máximo de natalidad y una tasa mínima de mortalidad. Esta propiedad constituye el **potencial reproductivo** o **biótico**.

Sin embargo, en la mayoría de los casos este potencial es limitado por los componentes vivos y físicos del ambiente. Por ejemplo, si se incrementa el tamaño de una población disminuye la disponibilidad de alimento y espacio; entonces pueden aumentar las enfermedades y la competencia entre los organismos. En conjunto, estos factores limitantes que impiden el desarrollo máximo del potencial biótico se denomina **resistencia ambiental**.

De este modo, en un determinado ambiente pueden sobrevivir un número máximo de organismos de cada población. La máxima capacidad o el límite de crecimiento de una población se denomina **capacidad de carga**.

En consecuencia, el **crecimiento poblacional** es el aumento o la disminución del número de individuos de una población, como resultado de la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental.



1. Se analiza una población de ñandúes que ocupa un área de 200 ha, compuesta por 250 individuos y se registran los siguientes datos:
Durante un año nacen 87 crías o charitos. En el mismo lapso mueren 23 individuos. Paralelamente, el saldo migratorio fue de 14 individuos, que surge de la emigración de 4 individuos y la inmigración de 18.

a. calcular la densidad de población original.

b. calcular la tasa o índice de natalidad y mortalidad teniendo en cuenta las siguientes fórmulas.

$$\textbf{Tn} = \frac{\text{número de nacimientos}}{\text{número total de individuos}} \cdot 100 \text{ (o 1000)} = \text{(por tiempo determinado)}$$

$$\textbf{Tm} = \frac{\text{número de muertes}}{\text{número total de individuos}} \cdot 100 \text{ (o 1000)} = \text{(por tiempo determinado)}$$

c. calcular el tamaño actual de la población (N).

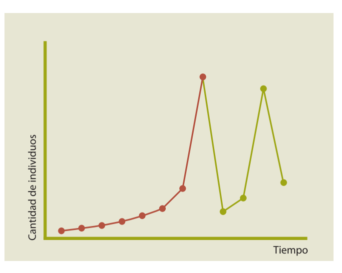
FORMAS Y CURVAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Los ecólogos estudiaron el crecimiento de muchas poblaciones y elaboraron dos modelos básicos para explicar las **formas de crecimiento poblacional**.

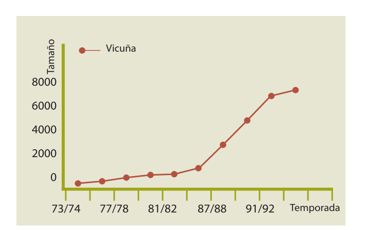
El **modelo exponencial** se produce cuando el número de individuos se duplica en cada generación. Por ejemplo, en poblaciones de microorganismos cultivados en laboratorio se observa un incremento rápido de la población en condiciones óptimas.

Para representar los tipos de crecimiento los investigadores utilizan modelos gráficos llamados **curvas de crecimiento poblacional**. La curva de este tipo de crecimiento describe la forma de una **J**.

Sin embargo, las poblaciones de seres vivos en condiciones naturales no presentan este tipo de crecimiento en forma indefinida. La mayoría de las poblaciones manifiestan al principio un crecimiento rápido y luego lento, hasta alcanzar valores que fluctúan alrededor de la capacidad de carga. Por lo tanto, este tipo de crecimiento autorregulado se denomina **logístico** y está directamente relacionado con la resistencia ambiental. En un modelo gráfico, este tipo de crecimiento describe una curva en forma de **S** y es característico en poblaciones de aves y mamíferos.



Curva de crecimiento exponencial.



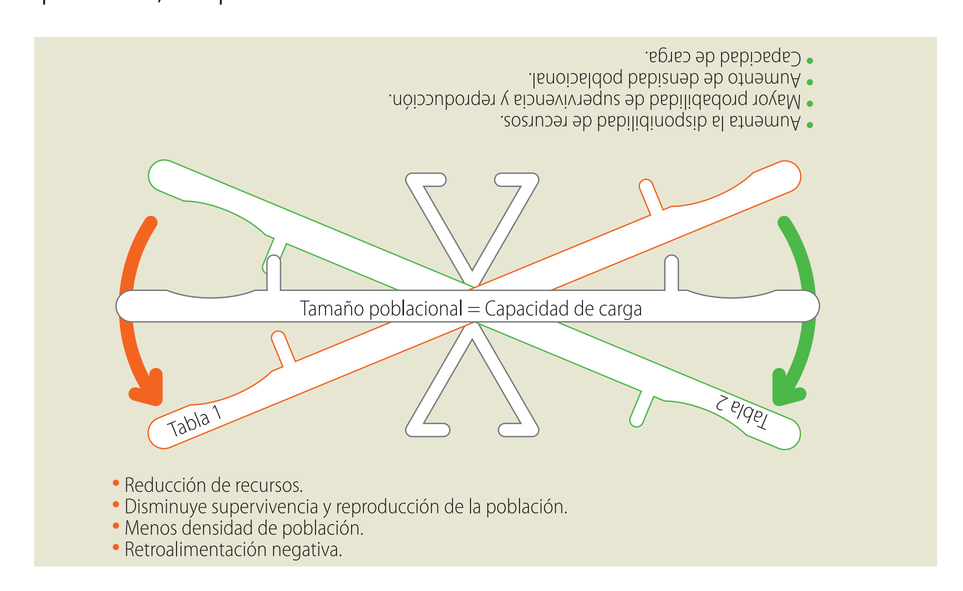
Curva de crecimiento logístico.

Regulación del tamaño de las poblaciones

Las poblaciones poseen determinadas estrategias que les permiten mantenerse en niveles cercanos a la capacidad de carga, y de esta manera, evitar la extinción.

Las poblaciones de seres vivos están reguladas por un proceso homeostático de **retroalimentación negativa** que tiende a mantener el equilibrio dinámico de las poblaciones. Este proceso de retroalimentación se produce, por ejemplo, cuando aumenta la densidad de una población y por lo tanto, la resistencia del ambiente, lo cual, a su vez, provoca una disminución de la densidad poblacional y así sucesivamente.

Sin embargo, en los períodos iniciales de una población que se establece en un ambiente con condiciones y recursos óptimos para su desarrollo, se presenta una **retroalimentación positiva**. Es decir, cada generación de individuos deja más descendencia, que a su vez, se reproduce e incrementa la cantidad de individuos.



Este sube y baja representa el proceso de retroalimentación negativa que regula el tamaño de las poblaciones. Para comprenderlo, primero observen la situación de la Tabla 1 y lean el texto del color correspondiente. Después giren el libro, observen la situación de la Tabla 2 y lean el texto del color correspondiente.

Estrategias de reproducción

Las poblaciones tienen diferentes estrategias de reproducción que intervienen en la regulación poblacional.
Los ecólogos elaboraron dos modelos para explicar las estrategias reproductivas de las poblaciones. Sin embargo, pueden ocurrir combinaciones entre ambas estrategias. Asimismo, una misma población puede presentar diferentes estrategias en distintos momentos de su ciclo vital.

ESTRATEGIA r
Adultos pequeños y crías diminutas.
Poca longevidad.
Alta frecuencia reproductiva y de natalidad.
Rápida maduración sexual.
Gran cantidad de crías.
Poco o ningún cuidado parental.

ESTRATEGIA K
Adultos grandes y crías en proporción.
Tiempo de vida prolongado.
Reproducción distanciada, baja frecuencia de natalidad.
Lenta maduración sexual.
Escasa cantidad de crías por nacimiento.
Cuidado parental intenso.

Ecología de las comunidades

En todos los ambientes del planeta habitan poblaciones que interactúan entre sí y conforman comunidades biológicas.

Los límites de las comunidades pueden establecerse según la conveniencia de los investigadores. En ciertos ambientes es posible observar fronteras claras. Por ejemplo, entre un ambiente acuático y otro terrestre. Estos límites se denominan **ecotonos**.

En el estudio de la estructura de una comunidad se describe la variedad de especies o **biodiversidad**, y la abundancia relativa de cada una.

Por ejemplo, la comunidad de los Esteros del Iberá se destaca por su gran biodiversidad. Los vertebrados terrestres incluyen alrededor de 44 especies de mamíferos, 40 especies de reptiles, 35 de anfibios y entre 250-300 especies de aves. También, se han identificado aproximadamente unas 80 especies de peces.

En el estudio de las comunidades, los ecólogos estudian las interacciones entre los integrantes de una misma población o entre distintas poblaciones.

En el primer caso, las interacciones se denominan **intraespecíficas** y ejemplos de ellas son: las migraciones, la competencia entre los individuos por recursos o pareja, el cuidado de las crías, el cortejo, etcétera.

En cambio, las interacciones entre diferentes poblaciones reciben el nombre de **interespecíficas** y pueden clasificarse de diversas formas.

Mutualismo, comensalismo y amensalismo

En el **mutualismo**, dos poblaciones se relacionan y ambas obtienen una ventaja favorable de esa interacción. En el Iberá, los murciélagos nectarívoros y frugívoros al alimentarse, facilitan la polinización y la dispersión de semillas de muchas plantas.

En determinados tipos de relaciones una población puede obtener un beneficio y la otra no es alterada. Este tipo de interacciones se conocen como **comensalismo**. Por ejemplo, los pica buey se posan en el lomo de los carpinchos y capturan los insectos que vuelan o saltan cuando éstos caminan.

Cuando entre dos poblaciones, una de ellas resulta perjudicada y la otra no resulta afectada, la interacción se denomina **amensalismo**.

En los bosques, los grandes árboles impiden la llegada de la luz al suelo. De esta forma, limitan el crecimiento de las hierbas y éstas, no afectan a la población arbórea.

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA

Cuando dos poblaciones de especies diferentes entre sí consumen los mismos recursos y éstos son limitados, se establece una **competencia interespecífica**. Así, como dos poblaciones diferentes no pueden ocupar el mismo espacio al mismo tiempo, tampoco es posible tener el mismo nicho ecológico en el mismo ambiente.

El **principio de exclusión competitiva**, establece que dos especies que comparten el mismo nicho ecológico en un ambiente determinado establecen una competencia donde una población elimina a la otra.

PREDACIÓN

Cuando una población se alimenta de otra, se produce una interacción llamada **predación**. Esta relación provoca un daño a las presas y un beneficio a los predadores. También, los herbívoros pueden incluirse en este tipo de interacción aunque en ciertos casos no eliminen por completo a los vegetales de los que se alimentan.

Las relaciones predador-presa de una comunidad, mantienen relativamente constante el tamaño de las poblaciones que participan en esta interacción.

Es decir, existe una autorregulación dada por un proceso de retroalimentación negativa. Cuando aumenta la población de presas, los predadores tienen mayor disponibilidad de recursos y por lo tanto, aumenta su tamaño poblacional.

El aumento de la población de predadores, repercute en la población de presas. De este modo, las presas disminuyen y posteriormente, ocurre lo mismo con los predadores debido a la reducción de su recurso alimentario.

En ciertas ocasiones, la población predadora puede vivir sobre su presa, dentro de ella o intervenir en su desarrollo. Así, las presas se denominan población hospedadora y la población predadora, parásita. La relación establecida se llama **parasitismo**.



Los murciélagos son un grupo de predadores muy importantes en los ecosistemas. Los murciélagos insectívoros son fundamentales en el control del tamaño poblacional de los insectos.

La comunidad en el tiempo

Las diferentes comunidades están sometidas a cambios a lo largo del tiempo. Las variaciones de temperatura, el cambio del curso de un río, el ascenso o descenso del terreno por fenómenos geológicos, son algunos de los factores físicos que influyen en la composición de las comunidades. Otros factores pueden ser biológicos, por ejemplo, la eliminación de la cubierta vegetal por el consumo de los herbívoros, el embalse de un curso de agua por el desarrollo de la vegetación, etcétera.

Tanto los factores físicos como los biológicos pueden ser de origen totalmente natural o estar relacionados con la acción del hombre (quema de pastizales, construcción de represas, introducción de nuevas especies, etcétera).

La secuencia de cambios que ocurren en una comunidad a lo largo del tiempo se denomina **sucesión ecológica**. Según las características de la etapa inicial de este proceso, se clasifican en dos tipos: sucesión ecológica primaria y secundaria.

SUCESIÓN ECOLÓGICA PRIMARIA

Cuando la etapa inicial del desarrollo de una comunidad ocurre en terrenos donde anteriormente nunca hubo vida, se la define como **sucesión ecológica primaria**. Uno de los ejemplos más interesantes sobre este tipo de sucesión es el de la isla de Surtsey, en Islandia, que se originó en 1963 a partir del material emitido por un volcán submarino en erupción. En 1967 cesaron las erupciones y poco tiempo después comenzaron a observarse que algunos vegetales que crecían en sus costas. También ciertas aves usaron la isla como escala migratoria y lugar de anidación.

Las semillas que dejaban las olas en la playa y las que depositaban las aves con la materia fecal germinaron y dieron origen a nuevas poblaciones. Pero no todos los organismos colonizadores pudieron establecerse en la isla.

Generalmente, los primeros en organismos que pueden sobrevivir y desarrollarse en estas condiciones son aquellos que tienen escasas necesidades nutricionales y/o adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones ambientales adversas, por ejemplo, los líquenes, musgos, y algunas algas y hongos.

SUCESIÓN ECOLÓGICA SECUNDARIA

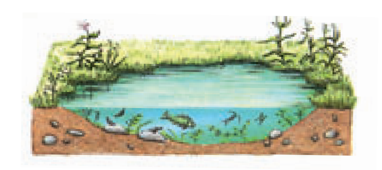
Cuando la etapa inicial del desarrollo de una comunidad ocurre en terrenos donde anteriormente hubo formas de vida, que alguna alteración natural o artificial eliminó parcialmente, se la define como **sucesión ecológica secundaria**. Los ejemplos más habituales de este tipo de sucesión son los incendios de bosques y la tala forestal.

En este tipo de sucesión, el desarrollo de la comunidad lleva mucho menos tiempo que en la primaria porque en el suelo quedan semillas, esporas o tallos subterráneos que sobreviven al evento y permiten la colonización y el reestablecimiento de otros organismos.

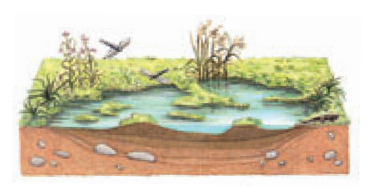
Por ejemplo, en la Argentina la violenta erupción del volcán chileno Hudson ocurrida en 1991 eliminó gran parte de la vida en extensos terrenos de la Patagonia. Sin embargo, años después, otras poblaciones se establecieron y dieron inicio a una sucesión ecológica.

Con el tiempo, el resultado de una sucesión primaria o secundaria es una comunidad en la que la diversidad de poblaciones y su interacción es máxima. En ecología este momento se denomina clímax y se caracteriza por ser una etapa mucho más estable que las anteriores. Los bosques patagónicos son ejemplos de comunidades clímax.

Etapas de una sucesión ecológica



Las poblaciones que se establecen modifican el medio.



La vegetación favorece la retención de sedimentos. Se forma un pantano.



El pantano se seca. Muchas plantas y animales invaden y colonizan el terreno.



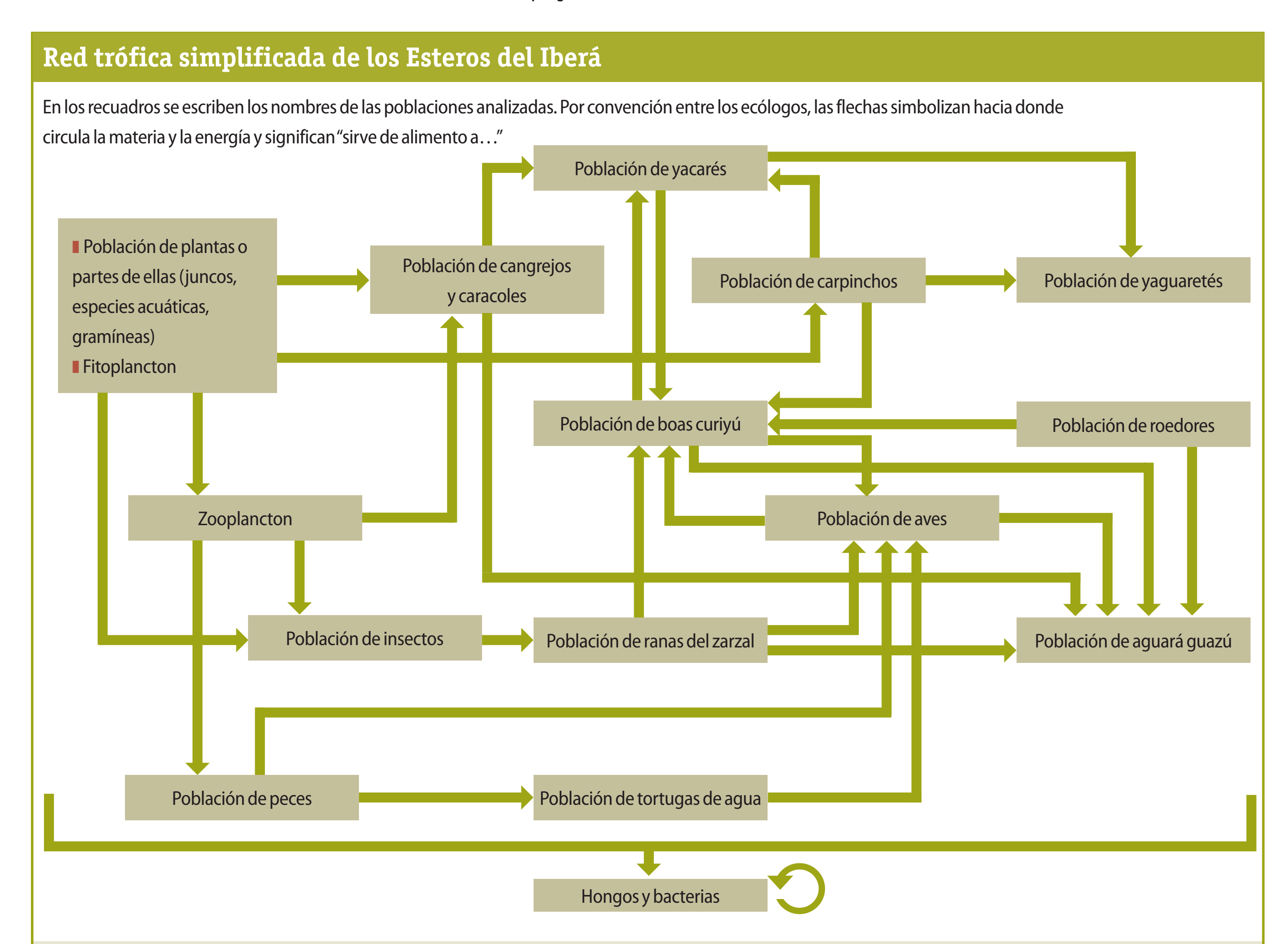
La biomasa alcanza su valor máximo y las redes tróficas son muy complejas. Se alcanza la comunidad clímax.

Flujo y transformaciones de la materia y de la energía

Transformaciones y circulación cíclica de la materia

Los ecólogos estudian las transferencias de materia y energía en los ecosistemas a partir del análisis de las relaciones alimentarias o tróficas que se establecen entre las poblaciones de una comunidad. Estas relaciones pueden representarse en modelos específicos denominados **cadenas alimentarias** o **tróficas.**

Pero, para representar las numerosas relaciones alimentarias entre las poblaciones de una comunidad se usa otro modelo formado por un entramado de cadenas, las **redes** o **tramas tróficas**. Estos modelos, entonces, representan las vías alternativas por las que circula la materia y la energía. Cuanto mayor es el número y la diversidad de las poblaciones, más compleja es la red alimentaria.



Las cadenas y las redes alimentarias comienzan por las poblaciones de organismos fotosintéticos, como las plantas, el fitoplancton, las algas y ciertas bacterias. Estas poblaciones conforman el **primer nivel trófico** y se denominan **productores**.

Los siguientes niveles tróficos los constituyen los organismos que incorporan materia y energía a partir del alimento que obtienen de otros organismos, los **consumidores**.

Los consumidores primarios se alimentan de los productores, los consumidores secundarios consumen a los primarios, los terciarios comen a los secundarios. Una misma población puede comer varios tipos de alimentos, con lo cual, varía su posición en la red trófica. Por ejemplo, la alimentación de la rana del zarzal varía según la etapa de su ciclo vital: las larvas consumen principalmente fitoplancton y abundante fango, en cambio, los adultos son insectívoros.

Los organismos **descomponedores** se alimentan de los restos y desechos de los productores, consumidores y otros descomponedores. Este grupo de organismos, representado por ciertos hongos y bacterias, transforman los materiales de composición compleja en otros de estructura más sencilla que pueden ser reutilizados por los productores durante la fotosíntesis. De esta manera, en los ecosistemas los materiales circulan en forma **cíclica.**

Productividad de la materia en los ecosistemas

De toda la energía que libera el Sol, solo el 1% llega a la superficie terrestre. De este porcentaje, el 0,03% es captado por los organismos fotosintéticos. Este pequeño porcentaje es el que permite la vida en nuestro planeta.

A través del proceso fotosintético, los organismos productores obtienen energía lumínica y la transforman en energía química que queda almacenada en los materiales que sintetizan, como la glucosa. Pero, la glucosa que no se utiliza para respiración celular, se combina con otros elementos como el nitrógeno, el azufre y el fósforo, y se sintetizan otras moléculas complejas como proteínas, lípidos, etcétera. De esta forma, los productores fabrican todas sus moléculas para la construcción de sus cuerpos y sus actividades.

Los organismos consumidores obtienen sus materiales para todas sus funciones a partir de las moléculas complejas sintetizadas por los productores o de otros consumidores.

La cantidad de materia que forma parte de los seres vivos, es decir, que está disponible en cada nivel trófico en un momento dado se denomina **biomasa**. Está conformada por todas aquellas partes vivas y muertas adheridas al organismo. Una vez que estas partes se desprenden de él y se convierten en parte del suelo, ya no se consideran parte de la biomasa.

Los organismos productores representan el nivel trófico de mayor biomasa. A medida que la materia circula por la red trófica, cada nivel disminuye con respecto al anterior en cantidad de organismos y, por lo tanto, en biomasa. Esto se debe a que los seres vivos de cada nivel utilizan la materia sintetizada o incorporada para su crecimiento, actividades vitales y reproducción. También, parte de los materiales pueden ser excretados o no digeridos.

La tasa de producción de biomasa a través de la fotosíntesis por unidad de superficie o volumen se denomina **productividad primaria bruta** (**PPB**). Puede ser medida en unidades de energía (Joules/m^2.día) o en unidades de materia orgánica seca (kg/ha . año).

Los organismos autótrofos usan parte de la PPB en sus actividades vitales, principalmente el **proceso respiratorio** (**R**). Entonces, parte de la PPB no queda disponible para los organismos heterótrofos como las bacterias, los hongos y los animales.

La tasa real de biomasa, llamada **productividad primaria neta** (**PPN**), resulta de restar el proceso respiratorio a la PPB.

PPN = PPB - R

En un sistema en equilibrio, la PPN se mantiene relativamente estable ya que, aunque la acción de los consumidores y los descomponedores tienden a disminuirla, en los productores se produce un permanente recambio de la biomasa a través de la reproducción y la regeneración de las partes perdidas.

El alimento sintetizado por los organismos autótrofos e incorporado por los heterótrofos es utilizado por estos últimos en la construcción de sus cuerpos y en la obtención de energía para la realización de sus actividades vitales.

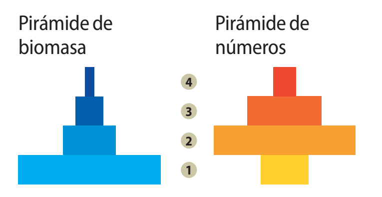
En síntesis, para determinar la cantidad de materia y de energía que se transfiere en un ecosistema, no solo debe considerarse la actividad respiratoria de los autótrofos (**Ra**), sino también la de los heterótrofos (**Rh**). Con estos datos es posible calcular la **productividad neta del ecosistema** (**PNe**).

En una comunidad en desarrollo, la respiración total (Ra + Rh) es menor que la PPB. En cambio, en una comunidad madura, toda la energía fijada por los autótrofos es usada por todos los organismos durante la respiración. Por lo tanto, la PNe es igual a cero.

Pirámides ecológicas

Para representar la cantidad de materia disponible en cada nivel trófico se utilizan modelos gráficos llamados **pirámides de biomasa,** en donde cada bloque representa un nivel trófico. En cambio, cuando se muestran la cantidad de individuos por cada nivel se construyen **pirámides de números**. En ciertas ocasiones, la pirámide de números puede tener forma invertida como por ejemplo, cuando una población de árboles es infestada por parásitos.

También, se pueden graficar pirámides de energía. Estos modelos representan la cantidad de energía en cada nivel trófico y la pérdida de energía útil en la transferencia de un nivel a otro.



1 Productores
2 Consumidores primarios
3 Consumidores secundarios
4 Consumidores terciarios

En un bosque con grandes árboles, los productores son pocos y de gran tamaño en comparación con los herbívoros. Por lo tanto, hay menor cantidad de individuos en el primer nivel trófico pero con mayor biomasa.



1. Elaboren un texto breve para explicar por qué la energía no circula en forma cíclica como la materia.
2. Comparen las entradas, transformaciones y salidas de materia y energía en una ciudad y en un ecosistema natural.
3. Determinen si una ciudad puede ser considerada como un sistema autosuficiente.

Flujo de la energía

En la fotosíntesis, la energía lumínica es convertida en energía química y es almacenada en las moléculas complejas elaboradas por los productores.

En los procesos metabólicos de todos los seres vivos parte de la energía química empleada en sus funciones se convierte en calor. La energía calórica liberada no puede volver a transformarse en energía química útil para los organismos. Por lo tanto, la energía ingresa a los ecosistemas en forma de energía lumínica, y se transforma y libera finalmente en calor de manera que describe un **flujo**.

En consecuencia, en el primer nivel trófico del 100% de la energía solo el 10% está disponible para el próximo nivel. Lo mismo sucede con el pasaje de energía de los consumidores primarios a los secundarios, solo circula el 10% de la energía contenida en el nivel de los consumidores primarios, es decir, un 1%. Así, solo el 0,1% de la energía de los productores llega a los consumidores terciarios. La pérdida gradual de la energía de un nivel a otro, limita el tamaño de las cadenas alimentarias a 4 o 5 eslabones como máximo.

Modelo del ciclo de la materia y el flujo de la energía en un ecosistema

Luz
Productores
calor
Moléculas complejas
C_1
calor
Moléculas complejas
C_2
calor
Moléculas complejas
C_3
calor
Moléculas complejas
C_4
calor
Moléculas complejas
calor
Moléculas sencillas
Descomponedores

Homeostasis en los ecosistemas

En el planeta todos los ecosistemas están interrelacionados formando un ecosistema único. La **ecosfera** es un modelo utilizado en ecología para analizar y explicar todas las relaciones entre los ecosistemas de la Tierra.

Teniendo en cuenta que la materia se reutiliza constantemente, al analizar la ecosfera como un sistema único puede comprenderse que el circuito de la materia es cerrado.

La producción de materia por parte de los productores está equilibrada por el consumo de los animales y por la descomposición que realizan de los materiales los organismos descomponedores. Así, los materiales sencillos producidos por estos últimos son reutilizados por los productores.

Pero, en la ecosfera, la energía ingresa en forma de energía lumínica y egresa del sistema en forma de calor. Es decir, existe un flujo unidireccional e irreversible de energía.

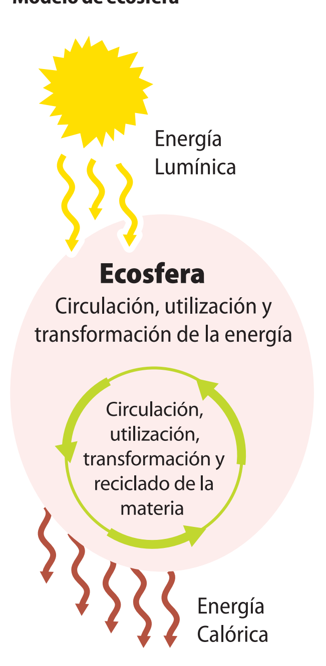
De este modo, los ecosistemas entendidos como sistemas ecológicos aislados o la ecosfera, pueden ser considerados casi **autosuficientes**, ya que solo dependen de una entrada continua de energía solar.

Otra propiedad de los ecosistemas es su capacidad de **homeostasis**. Es decir, el mantenimiento relativamente constante de su estructura y funcionamiento.

Continuamente, se producen cambios que pueden desequilibrar los ecosistemas. Por ejemplo, la introducción de contaminantes u otras especies por la acción humana, cambios en el medio físico, enfermedades, migraciones, etcétera. En el caso de las especies introducidas, éstas compiten por los recursos y pueden provocar la extinción de las poblaciones originales.

Sin embargo, la capacidad de reestablecer la estabilidad tiene límites. Si estos límites son superados por las acciones desequilibrantes, se puede afectar drásticamente o destruir un ecosistema.

Modelo de ecosfera



Eventualmente, la Tierra puede recibir aportes de materia del espacio exterior por ejemplo, cuando llegan meteoritos. A su vez, cuando se envían satélites o desechos al espacio, salen materiales del planeta. Pero, estos fenómenos no constituyen un aporte significativo de materiales.

Ciclos biogeoquímicos

Teniendo en cuenta la recirculación continua de la materia, los átomos del cuerpo de un pez, pueden haber pertenecido a una cigueña, a un alga, a un hongo o alguna molécula de la atmósfera. Además, esos mismos átomos pueden haber estado en el cuerpo de un dinosaurio o de moluscos de épocas pasadas.

Para facilitar la compresión de la circulación cíclica de la materia en los ecosistemas, los ecólogos han diseñado modelos de los diferentes ciclos de algunas moléculas y átomos de importancia biológica para los seres vivos.

Los recorridos cíclicos de cada uno de los elementos en el que intervienen componentes biológicos, geológicos y químicos, se llaman **ciclos biogeoquímicos**.

Algunos átomos como el carbono, el oxígeno y el nitrógeno, circulan por los reservorios del medio como la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera; ingresan a los seres vivos, se transfieren de nivel a nivel trófico y vuelven a los reservorios. Durante su recorrido, los átomos se combinan y forman distintos compuestos a medida que circulan por los componentes de los ecosistemas.

Los ciclos de los elementos pueden clasificarse en **locales** o **globales**. Los primeros, están formados por elementos que se encuentran generalmente en el suelo y se reciclan dentro de cada ecosistema como el ciclo del fósforo o el hierro.

los ciclos globales, incluyen elementos que se encuentan en grandes cantidades en la atmósfera como el carbono, el oxígeno y el nitrógeno; y se desplazan de un ecosistema a otro con gran facilidad.

La identificación y la descripción de estos ciclos en los ecosistemas tienen grandes implicancias debido a que permiten analizar el impacto de las actividades humanas o sirven para acelerar la eficiencia de un sistema rural. Por ejemplo, como la reposición natural del nitrógeno y el fósforo del suelo no es inmediata, los agricultores agregan fertilizantes ricos en nitratos y fosfatos para favorecer el crecimiento de sus cultivos.

ACTIVIDADES

1. Identifiquen y escriban a partir de la red trófica de la página 306 las poblaciones de organismos productores, consumidores primarios, secundarios, terciarios y descomponedores.
2. Observen la imagen del ciclo del carbono y del nitrógeno y elaboren un texto utilizando las referencias para explicar cada uno.
3. Busquen información sobre un ciclo biogeoquímico local y otro global y elaboren un esquema que describa sus etapas principales.
4. Averiguen por qué en las actividades agrícolas se realiza frencuentemente un procedimiento llamado "rotación de cultivos".
5. Copien la trama conceptual de la página 295 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

Ciclo del carbono

Dióxido de carbono atmosférico.

Durante la respiración las plantas liberan dióxido de carbono.

Durante la fotosíntesis las plantas toman dióxido de carbono.

Los animales liberan dióxido de carbono al respirar.

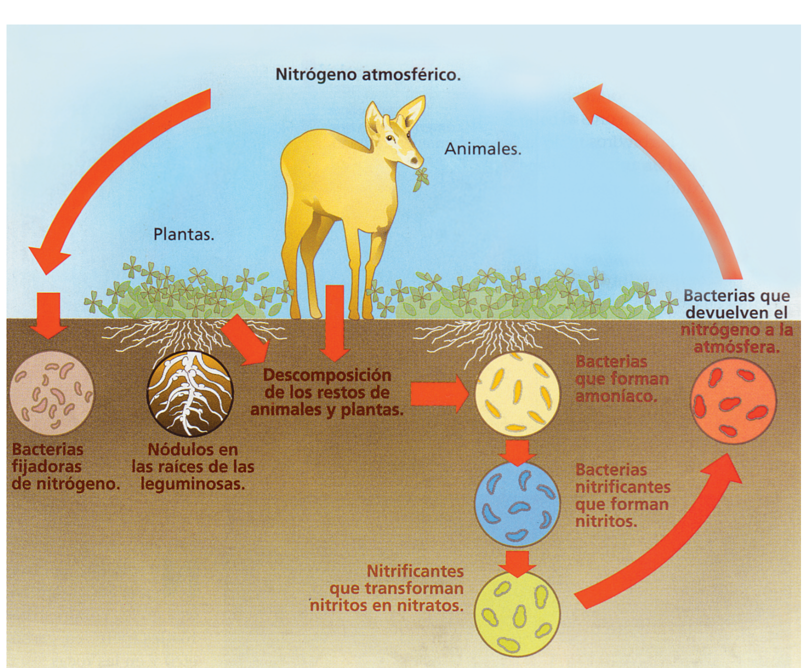
Los herbívoros comen plantas que contienen carbono.

Los excrementos de los animales contienen carbono.

Los descomponedores liberan dióxido de carbono.

La descomposición de los restos de plantas y animales libera carbono.

Ciclo del nitrógeno



ÁREAS ARGENTINAS DE PROTECCIÓN DE LA NATURALEZA

Según el artículo 4° de la ley 22 351, un **Parque Nacional** es un área destinada para conservar en su estado natural, atractiva por su paisaje o interés científico. Debe ser mantenida sin otras alteraciones que las necesarias para asegurar su control y atención turística. En un **Parque Nacional** se prohíbe toda explotación económica que no sea el fomento del turismo.

En las **Reservas de la biosfera** se conserva la biodiversidad, se promueve la investigación sobre el ambiente y se educa sobre la conservación y la gestión de las reservas en actividades humanas y de desarrollo rural.



1. Parque y Reserva Nacional Nahuel Huapí, ocupa territorios de Neuquén y de Río Negro, incluye el Parque Nacional Los Arrayanes. Se preservan bosques de arrayanes, biodiversidad característica de la región andino-patagónica y el caudal de los ríos que allí se originan. **2. Parque y Reserva Nacional Lanín**, en Neuquén, se resguarda la biodiversidad característica de la región andino-patagónica y el caudal de los ríos que allí se originan. **3. Reserva Natural Turística Bosque Petrificado Sarmiento**, en Chubut, protege restos de un bosque del Paleoceno. Los vegetales fosilizados tienen una antigüedad de 65 millones de años. **4. Reserva de biosfera del Delta del Paraná**, en Buenos Aires, fomenta el equilibrio entre la humanidad y el ambiente. **5. Parque y Reserva Nacional Perito Moreno**, en Santa Cruz, resguarda la biodiversidad característica de las regiones andina y estepa patagónicas, el caudal de los ríos que allí se originan y restos arqueológicos de los tehuelches. **6. Protección de ecosistemas de la Laguna La Brava**, en La Rioja, reserva de vicuñas y guanacos. **7. Reserva Natural Turística Punta Pirámides**, en Chubut, protege zonas reproductivas de lobos marinos de un pelo y gran variedad de aves. Además es un sitio de observación de ejemplares de ballena franca austral. **8. Parque y Reserva Nacional Los glaciares**, en Santa Cruz, se preservan el campo de hielo continental, los 13 glaciares que descienden del mismo y la biodiversidad característica del bosque subantártico y de la estepa patagónica. En 1981 la UNESCO lo proclamó Patrimonio Mundial. **9. Reserva Natural Mar Chiquita**, en Buenos Aires, resguarda la biodiversidad característica de la costa atlántica bonaerense.

Las **Reservas ecológicas** constituyen grupos representativos de ecosistemas del país, donde las especies animales y vegetales amenazadas o en peligro de extinción requieren de protección especial para perpetuar su existencia.
Según el artículo 9° de la ley 22 351, una **Reserva Nacional** es un área destinada a la conservación de sistemas ecológicos no alterados o parcialmente modificados por la humanidad.
Según el artículo 8° de la ley 22 351, un **Monumento Natural** es una especie o un objeto de interés estético o de valor científico o histórico de protección absoluta. Sobre un Monumento Natural no puede realizarse ninguna alteración, a excepción de inspecciones oficiales o investigaciones científicas autorizadas y acciones para su cuidado y atención al turismo.



10. Reserva Natural Formosa, protege la biodiversidad característica del chaco semiárido o chaco occidental, por ejemplo, los bosques de quebrachos colorado y blanco y una variedad de arbustos y árboles de alto, mediano y bajo porte.
11. Parque Nacional Río Pilcomayo, en Formosa, conserva la biodiversidad característica de sabanas de palmares, esteros, bañados, montes y selvas marginales. Este parque ha sido incluido en la lista de los Humedales de Importancia Internacional.
12. Parque Nacional El Leoncito, en San Juan, protege la biodiversidad característica de la precordillera cuyana, las investigaciones astronómicas en su observatorio y recursos culturales como pinturas rupestres y tramos del "Camino del Inca" de la época precolombina. **13. Parque Nacional Pre-Delta**, en Entre Ríos, protege la biodiversidad característica de tres islas del delta superior del Río Paraná.
14. Parque Nacional Calilegua, en Jujuy, preserva la biodiversidad característica de las yungas o selva tucumano-oranense, como águilas solitarias, águilas poma, ocelotes, pumas, robles y nogales. También, protege el nacimiento de cursos de agua que abastecen cultivos y ciudades río abajo. **15. Parque Nacional Mburucuyá**, en Corrientes, preserva la biodiversidad característica de un mosaico de ambientes como bosques subxerófilos e hidrófilos, pastizales, esteros y cañadas. **16. Parque Nacional El Palmar, en Entre Ríos**, conserva biodiversidad característica de palmares, selva en galería y monte xerófilo. También, preservan restos de poblaciones humanas que vivieron allí durante el virreinato y que extraían piedra caliza y cantos rodados del lugar. Aún se conserva el horno con el que transformaban la caliza en cal. **17. Parque y Reserva Nacional Iguazú**, en Misiones, conserva la biodiversidad característica de la selva húmeda subtropical, los paisajes y la calidad del sistema hidrológico. En 1984 la UNESCO lo proclamó Patrimonio Mundial.

EL UNIVERSITARIO – UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

DESDE EL 96 ESTUDIAN EN LA UNNE (UNIV. NAC. DEL NORDESTE) LAS VIRTUDES ECOLÓGICAS DE LA "CUCARACHA DE AGUA".

Aporte científico en el control biológico por insectos acuáticos

Hace 9 años que unos insectos de vida acuática conocidos como "cucarachas –o chinches de agua"– son el objeto de estudio la doctora en Biología Cristina Armúa de Reyes, docente e investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura (FaCENA) de la UNNE.

Esta profesional presentó en el año 2002 su trabajo de tesis doctoral denominado "Sistemática, aspectos poblacionales y asociaciones interespecíficas de *Belostomatidae* (Hemiptera) en ambientes acuáticos de la provincia de Corrientes", dirigida por el doctor Arturo I. Kehr (investigador del CONICET- CECOAL).

Ya en 1996 la investigadora advirtió sobre la importancia ecológica y biológica del género *Belostoma* (nombre científico de estos insectos).

Luego de varios relevamientos en ambientes acuáticos correntinos, publicó una lista actualizada de las especies halladas en la provincia, algunas citadas por primera vez para el área de estudio ampliando así su distribución.

Explica la especialista "estudiamos –junto al equipo de investigadores de la FACENA– las 13 especies que se encuentran en Corrientes y, en el marco del Proyecto Iberá, describimos una nueva especie para la comunidad científica *Belostoma lopretoae*. Esta especie fue encontrada en los Esteros del Iberá, publicada e incorporada recientemente a la colección de la FACENA y de la Facultad de Ciencias Naturales de la ciudad de La Plata, donde trabaja la doctora Estévez, co-directora del Proyecto".

Con las observaciones realizadas y apoyo bibliográfico, la profesional elaboró –como aporte original– una clave para clasificar a las distintas especies del género *Belostoma* de la región, la que servirá fundamentalmente para que los estudiosos del mismo grupo de insectos sepan con qué especies trabajan.

Los insectos del género *Belostoma*, exclusivos del continente americano, son de color marrón oscuro con tonalidades amarillentas o negruzcas y su forma es oval. Viven en los ambientes lénticos de nuestra provincia (lagunas, charcos, entre otros) con suficiente vegetación porque la utilizan de soporte.

A pesar de ser eminentemente acuáticos, suelen abandonar temporalmente su medio natural, fuera del cual manifiestan gran aptitud para el vuelo. Esto último generalmente se da cuando hay condiciones de baja presión atmosférica y temperaturas altas. Es por eso frecuente encontrarlos en forma masiva en las calles de la ciudad en noches con esas características.

Un potencial controlador biológico

Dentro de su dieta alimentaria, algunas especies del género *Belostoma* incluyen invertebrados vectores de enfermedades de importancia sanitaria.

Es así que el *Belostoma elongatum,* se caracteriza porque en su dieta incluye caracoles del género *Biomphalaria.* Algunas especies de estos caracoles son hospedadores intermediarios del parásito que causa la esquistosomiasis, enfermedad parasitaria que afecta al hombre y otros vertebrados, muy difundida en Brasil. También acostumbra a alimentarse de larvas de mosquitos que son vectores de enfermedades de importancia sanitaria por ejemplo dengue, fiebre amarilla, entre otras.

"A partir de éstos datos realizamos los ensayos para determinar la importancia que los *Belostomas* adquieren al alimentarse de larvas de mosquitos y caracoles como potenciales controladores biológicos" explica la investigadora.

Fuente:
http://eluniversitario.unne.edu.ar/2005/78/pagina/destacados.htm



1. Lean la columna lateral de la página 299 sobre "Recursos y condiciones" e identifiquen los recursos y las condiciones que requieren los insectos del artículo. Justifiquen la selección realizada.

2. Vuelvan a leer el texto de la página 300 y respondan las siguientes consignas sobre los insectos del género *Belostoma.*

a. ¿A qué tipo de individuo pertenecen?

b. Identifiquen y describan su hábitat.

c. Realicen una lista de los parámetros descriptos de su nicho ecológico.

3. Mencionen y expliquen una relación interespecífica entre estos insectos acuáticos y otros organismos.

4. ¿Por qué se considera a los insectos *Belostoma* como controladores biológicos?

5. A partir del artículo señalen algunos aspectos del trabajo de un ecólogo. Busquen información sobre otros procedimientos específicos que emplean los ecólogos en sus investigaciones y completen la respuesta.

|| CLARIN || **SOCIEDAD ||** DOMINGO 24 DE ABRIL DE 2002

NUEVO ESTUDIO DE LA UNIVERSIDAD DEL NORDESTE

Niegan que Yaciretá inunde la zona de esteros del Iberá

Frente a lo que dicen grupos ecologistas, las aguas de la represa no afectarían al entorno.

Marcelo Cantón.

La central hidroeléctrica de Yacyretá arrastra, desde los primeros años de su construcción en la década del 70, una controvertida denuncia sobre el **supuesto daño ecológico que le habría provocado a los esteros del Iberá.** Según el planteo de un grupo de entidades ecologistas y ambientalistas, las aguas del embalse de Yacyretá estarían ingresando en forma subterránea a los esteros del Iberá, lo cual genera **la inundación de una amplia zona de influencia.**

La acusación contra la Entidad Binacional de Yacyretá (EBY) comenzó a perder fuerza en los últimos días, al conocerse un nuevo estudio de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) que concluye que **no existen evidencias, ni pruebas que demuestren el traspaso de las aguas del embalse de la central al sistema hídrico del Iberá.**

El estudio de la UNNE fue presentado la semana pasada ante la comisión de seguimiento de las obras complementarias de Yacyretá que funciona en la Cámara de Diputados de la Nación.

En la reunión celebrada en el Congreso participaron los técnicos y profesionales de la EBY, los miembros del Foro Yacyretá-Iberá y los representantes de la subsecretaría de Medio Ambiente y de la Defensoría de Pueblo de la Nación.

El informe de la Universidad Nacional del Nordeste —que fue realizado por un pedido del Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (ICAA)—, destacó que "no existe **ninguna prueba, ni posibilidad** de que aguas del lago Yacyretá hayan ingresado subterráneamente a los esteros y provocado su inundación".

El estudio —que estuvo a cargo de la Facultad de Ingeniería de la UNNE— se focalizó en un análisis comparativo de dos investigaciones existentes sobre el tema para demostrar que el trabajo que había realizado la Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires presenta **varias falencias que llevaron a la errónea inferencia del trasvase de las aguas.** El informe de la UNNE concluye que "la hipótesis de ingreso de agua subterránea planteada en el estudio "El Manejo Sustentable de los Recursos de Humedales del Mercosur" **no es sostenible.**

Por su parte, funcionarios de la EBY presentaron un informe complementario sobre el estado de los diferentes cursos de agua y de las napas subterráneas de los esteros que fue elaborado por la red de monitoreo del Iberá. Del estudio también se desprende que no hubo ninguna descarga de las aguas.

Mientras el lago de la represa se mantuvo con la misma cota operación, desde el 2003 hasta ahora el impacto de la sequía hizo bajar en forma considerable los niveles de las lagunas y las napas del Iberá. Esta situación —señaló el trabajo de la EBY— **demuestra que no hay ningún trasvase,** porque de lo contrario no se hubiera registrado el descenso de las aguas en la zona de los esteros.



1. ¿Cuáles son los argumentos utilizados por los ecologistas y los funcionarios del EBY para explicar la problemática que desarrolla el artículo?

2. Identifiquen los procedimientos utilizados por la UNNE y por el EBY para refutar la hipótesis del ingreso de agua subterránea a los esteros.

3. Identifiquen en el texto fragmentos descriptivos, explicativos, argumentativos y justificativos.

4. Busquen información sobre otros posibles impactos provocados por la represa en los Esteros del Iberá.

PARTE III
HOMEOSTASIS EN EL AMBIENTE

14 EL AMBIENTE EN EL TIEMPO

El comienzo de los comienzos

En las orillas de los grandes ríos, que han desgastado gruesas formaciones sedimentarias, uno puede encontrar piedras de calcita llamadas comúnmente "dedos del diablo", que por su extraña forma nos recuerdan un dedo, excepto porque están afiladas en uno de sus extremos. Se ha demostrado que esas "piedras", llamadas belemnitas, son restos fosilizados de estructuras internas de moluscos cefalópodos que se extinguieron en el terciario. Así, las belemnitas, tomadas por sí solas, sin referirse a su origen, carecen completamente de vida. Desde el punto de vista de su composición química, y también desde el de sus propiedades físicas, parecen ser objetos del mundo inorgánico. Por esta razón, no podemos entender la naturaleza esencial de estos objetos si no sabemos nada acerca de su origen biológico, o sobre la historia del desarrollo de la vida en la Tierra. En ese caso, seguramente nos parecerían unos milagrosos "dedos del diablo".

Imaginemos ahora que el hombre logra construir máquinas automáticas o robots que no solo pudieran trabajar para la humanidad, sino que también crearan de manera independiente las condiciones energéticas para su labor, obtener metales y utilizarlos para elaborar componentes para construir nuevos robots iguales a ellos. De repente, ocurre un terrible desastre en la Tierra que no solo destruye a todos los humanos sino a todos los seres vivos de nuestro planeta. Sin embargo, sobreviven los robots metálicos, que continúan construyendo otros iguales a sí mismos. Y así, surgen nuevos robots y la "raza" continúa e, incluso, dentro de ciertos límites, quizá se incrementa.

Las belemnitas pertenecieron a un grupo de los cefalópodos, hoy totalmente extinguido.

Productividad neta
Proceso respiratorio
Productividad primaria
Medio físico
Ciclos biogeoquímicos
Flujo de energía
Interacciones
Componentes abióticos
Estrategias r
Biomasa
Relaciones interespecíficas
Espacio
Biodiversidad
Ciclo de la materia
Componentes bióticos
Ecosistema
Estrategias K
Estrategias Reproductivas
Relaciones intraespecíficas
Comunidad
Ecología
Homeostasis
Tiempo
Potencial reproductivo
Disposición espacial
Recursos y condiciones
Individuo
Hábitat
Capacidad de carga
Crecimiento poblacional
Tamaño poblacional
Población
Densidad de la población
Nicho ecológico
Sucesión ecológica
Datación relativa
Anatomía comparada
Extinción
Analogías
Datación absoluta
Fósiles
Homologías
Direccional
Teorías fijistas
Evolución biológica
Evidencias
Pruebas bioquímicas
Teorías transformistas
Teoría de Darwin
Selección natural
Origen de la vida
Selección artificial
Supervivencia del más apto
Estabilizadora
Teoría Lamarck
Teorías Neodarwinistas
Diversificadora
Macroevolución
Cladismo
Teorías saltacionistas
Estasis y anagénesis
Microevolución
Teoría sintética
Teoría gradualista
Especiación

Vayamos más lejos aún e imaginemos que todo esto ya sucedió en algún planeta de nuestro Sistema Solar, Marte por ejemplo, y que hemos aterrizado en él. En sus planicies secas e inanimadas súbitamente nos encontramos a los robots. ¿Tenemos que considerarlos como los habitantes vivos de este planeta? Por supuesto que no. Los robots no representarían la vida sino otra cosa. Tal vez una forma muy complicada y eficiente de organización y movimiento de la materia, pero aun así diferente de la vida. Son análogos a las belemnitas, la única diferencia es que éstas surgieron de un proceso de desarrollo biológico y los robots de una forma más elevada de movimiento de la materia: la social.

La vida existió en los mares del jurásico y los moluscos cefalópodos desempeñaron un papel particular en él. La vida se esfumó y quedaron las belemnitas, aunque ahora parecen ser objetos inanimados. De la misma manera, nuestros robots imaginarios solo pudieron desarrollarse como retoños de la sociedad humana, como fruto de la forma social de organización y movimiento de la materia. A su vez, estas máquinas desempeñaron un papel importante en el desarrollo de esta forma de organización.

No obstante, así como no se puede entender qué es una belemnita si no se tiene conocimiento de la vida, resulta imposible comprender la naturaleza del "robot marciano" sin estar suficientemente familiarizado con la forma social que le dio origen.

Llegamos así a una idea fundamental, que ya ha sido formulada por Heráclito de Éfeso e incluida en los trabajos de Aristóteles: Solo podemos entender la esencia de las cosas cuando conocemos su origen y desarrollo.

Traducido y adaptado de Alexander I. Oparin,
Life: Its nature, origin and evolution,
Edimburgo, Oliver and Boyd, 1961.



ACTIVIDADES

1. ¿Qué explicaciones darían ustedes si, como en la situación descripta en el texto, visitan un planeta donde los únicos "individuos" son robots?

2. Comenten en grupo películas en las se haya representado una situación similar a la que describe el texto.

3. ¿Qué relación pueden establecer entre el texto de Oparin y los contenidos señalados en el esquema conceptual de esta página?

El origen de la vida sobre la Tierra

En la formulación de teorías, la ciencia se vale de evidencias y de las inferencias que puedan efectuarse a partir de ellas. Sin embargo, encontrar pruebas sobre cómo se originó la vida parece una misión imposible… ¿quién estuvo allí para registrar los hechos?

Los indicios de vida más antiguos que se conocen datan de 3600 millones de años y corresponden a organismos unicelulares de estructura muy sencilla. Desde aquellos primitivos seres vivos a la actual diversidad de organismos complejos, transcurrió mucho tiempo y muchos cambios se produjeron en ellos y en su entorno.

En la década del 30, el bioquímico ruso Alexander Oparin (1894-1980) y el genetista inglés John Haldane (1892-1964) elaboraron, cada uno por su cuenta, una explicación sobre el **origen de la vida** a partir de la materia inorgánica. Ellos supusieron que la atmósfera primitiva debió ser reductora: pobre en oxígeno y rica en hidrógeno. En una atmósfera con mucho oxígeno como la actual hubiera sido bastante difícil la formación de moléculas complejas. Por el contrario, una atmósfera rica en hidrógeno pudo haber favorecido no solo su origen, sino también su complejización.

Las ideas de Oparin y Haldane fueron retomadas por los científicos Harold Urey y Stanley Miller que, en la década del 50, llevaron a cabo una investigación que inauguró la "era experimental de los compuestos prebióticos". Estos científicos construyeron un aparato de vidrio donde representaron las condiciones del ambiente primitivo que supusieron Oparin y Haldane: un ambiente reductor y rico en metano (CH_4), amoníaco (NH_3) e hidrógeno (H_2).

Debido a la ausencia de gases como el oxígeno y el ozono, Urey y Miller supusieron que la radiación ultravioleta llegaba a la Tierra sin atravesar el filtro que hoy disminuye su intensidad. Además, pensaron que las permanentes descargas eléctricas aportaron la energía necesaria para la formación de las primeras moléculas orgánicas.

Entonces, colocaron en el aparato las sustancias que supuestamente compusieron la primitiva atmósfera terrestre y reprodujeron las condiciones ambientales. Al cabo de unos días, analizando el contenido de uno del colector, observaron la presencia de gran cantidad de moléculas de composición mucho más compleja que las originales: los aminoácidos.

Algunos años después de este experimento, en Australia cayó un meteorito cuyos componentes coincidían con el tipo de aminoácidos encontrados por estos científicos.

Este pudo ser el comienzo de la diversidad y la complejización: los aminoácidos se agruparon formando las primeras proteínas y luego aparecieron los primeros lípidos y carbohidratos. Quizá también se formaron así los primeros ácidos nucleicos: el primero en surgir fue el ARN, y más tarde el ADN.

Algunos grupos de moléculas complejas pudieron quedar encerrados por una membrana y formaron así nuevas estructuras más resistentes a los cambios del ambiente. Luego proliferaron y prevalecieron en número sobre las moléculas desprotegidas. Estos grupos moleculares "envueltos" se denominan **coacervados** y son considerados los precursores de las células.

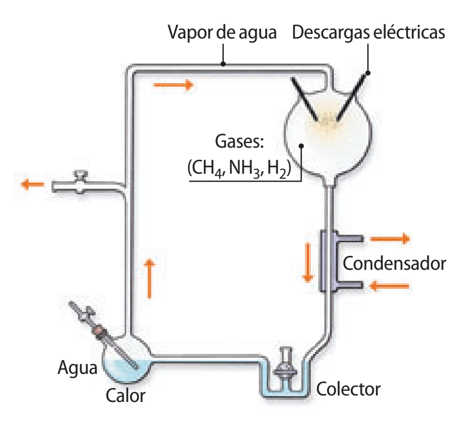
Hoy la interacción entre un organismo y su ambiente produce cambios en ambos. Las interacciones entre los coacervados y aquel ambiente primitivo también pudo tener los mismos efectos.

La transformación de una atmósfera reductora a una oxidante pudo originarse por estas interacciones. Probablemente algunos coacervados mutaron y usaron energía solar en la síntesis de materiales complejos a partir de otros de composición más sencilla, liberando oxígeno como desecho de la reacción. Este gas pudo transformar en oxidante aquella atmósfera reductora, lo cual permitió el desarrollo de las primeras formas de vida con respiración aeróbica.





Imaginar los posibles paisajes de la Tierra en formación permitió a Oparin y Haldane formular su teoría.



La imposibilidad de haber "observado" en vivo el origen de estas moléculas orgánicas agudizó el ingenio de los científicos para crear un modelo de atmósfera primitiva.

32 || CLARIN || SOCIEDAD || LUNES 27 DE SETIEMBRE DE 2004

INVESTIGACIONES EN LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, EN LOS ÁNGELES

Un equipo de científicos confía en poder recrear el origen de la vida

Nicholas Wade
THE NEW YORK TIMES. ESPECIAL

Un grupo de científicos que analiza los genomas de los microbios cree haber reconstruido el acontecimiento central que creó el organismo unicelular del cual descienden todos los animales y las plantas, e incluso la gente.

El episodio fue la fusión de dos células primitivas de tipo bacterial en un *eucariota*, el tipo de célula presente en todos los organismos multicelulares.

El doctor James A. Lake, biólogo de la Universidad de California, en Los Ángeles, **pasó cuatro años construyendo el programa informático que permitió realizar el análisis**, que se publicó en la revista Nature.

William Martin, un experto en los orígenes de la vida de la Universidad de Düsseldorf, en Alemania, describe el trabajo del equipo del doctor Lake como un aporte importantísimo para el estudio de las primeras etapas de la evolución. “Abrieron la puerta de todo un nuevo campo de estudio para que matemáticos y biólogos hagan **gráficos más realistas de la historia de la vida**”, dijo Martin.

Como todas las criaturas vivas forman parte del mismo árbol de la vida, en principio debería ser posible rastrear su linaje a partir de la misma raíz del árbol, **la primera célula de la cual, supuestamente, derivó toda la vida**.

En 1977, poco después de que se conocieron públicamente las primeras secuencias de ADN de los genes, el doctor Carl R. Woese, de la Universidad de Illinois, demostró que **toda la vida se había originado a partir de tres tipos básicos de células**, *eucariota*, *bacteria* y *archae*, la última de una especie de bacterias que se encuentra en los géiseres hirvientes y alrededor de las fisuras volcánicas en el lecho de los océanos.

Los tres reinos celulares del doctor Woese se convirtieron en norma aceptada, aunque **no estaba del todo claro de qué manera los tres podrían haber evolucionado a partir de la primera célula**.

“Todavía hay una nebulosa en lo que concierne a la raíz”, dijo el doctor Woese. Desde su trabajo, se conocieron muchas más secuencias de ADN, incluso genomas enteros. Los genomas deberían permitir a los biólogos trazar árboles mucho más precisos que los basados en un solo gen, como el del doctor Woese.

Pero los programas informáticos que construyen los árboles tuvieron problemas para avanzar debido a un hecho extraño. **A comienzos de la historia de la vida, los genomas parecen haberse fusionado entre sí**. Por ejemplo, la *mitocondria*, los pequeños órganos de células que producen energía, **alguna vez fueron bacterias libres que fueron absorbidas por la primera célula eucariota**.

Los programas son buenos a la hora de reconstruir los árboles evolutivos estándar con un tronco y ramas, pero no pueden manejar episodios inusuales como la fusión de dos ramas del árbol.

El nuevo programa del doctor Lake aparentemente puede deconstruir la fusión de dos genomas.

Al aplicarlo a los genomas de microbios de los tres reinos de Woese, el doctor Lake y la doctora María Rivera descubrieron que el origen del eucariota había sido la fusión de una bacteria fotosintética antigua con una célula *archaea*.

Esto, supuestamente, es lo mismo que sucedió cuando fue capturada la *mitocondria*, de modo que la conclusión del doctor Lake no sorprende. Pero ésta **es aparentemente la primera vez que se reconstruyó la fusión mediante un programa informático de los genomas**, un resultado que debería facilitar futuros análisis.

El hallazgo del doctor Lake también demuestra que los tres reinos de Woese no tienen la misma importancia, como se solía pensar. Según el análisis del doctor Lake, las bacterias y las *archae* debieron de haber existido antes y, supuestamente, descienden de la primera célula, mientras que los *eucariotas* evolucionaron más tarde.

Los hallazgos concuerdan con la evidencia fósil, porque las primeras células de tipo bacterial tiene 3800 millones de años y los *eucariotas* más antiguos que se conocen ocurren mucho más tarde, en rocas que apenas tienen 1400 millones de años.

De la misma manera que la vida parece haber evolucionado en la Tierra de una sola vez, la creación de la célula *eucariota* con su *mitocondria* también parece haber sido un episodio único. Muchos expertos creen que todas las *mitocondrias* en el reino de las criaturas *eucariotas* **tienen un único ancestro**.

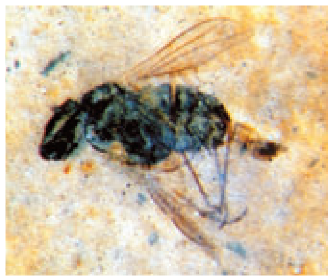
El doctor Lake dijo que su análisis hasta ahora señaló una fusión, pero no excluía la posibilidad de que hubiera otras. Como identificó algunos de los genes en la fusión, espera calcular la fecha en que se produjo.

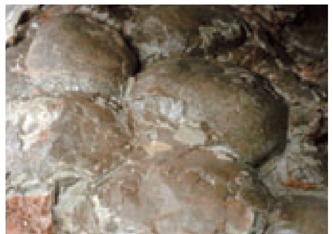


1. Comparen la metodología de investigación entre los trabajos de Oparin y Haldane, Miller y Urey, y Lake y Rivera.

2. Establezcan relaciones entre la clasificación en reinos de Woese y la propuesta por Whittaker (que encontrarán en el Capítulo 10).

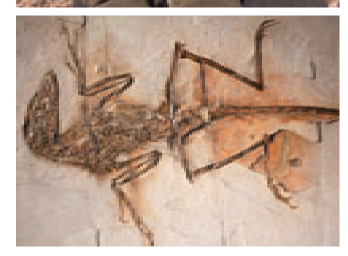
3. ¿Cómo explican Lake y Rivera la aparición de las primeras células eucariotas?











La evolución de las especies

Para la ciencia es un hecho que la biodiversidad actual es producto de las transformaciones que con el tiempo ocurrieron en formas de vida más primitivas, es decir, de la **evolución biológica**. Pero, para que la comunidad científica considerara la evolución como un hecho, fueron necesarias variadas pruebas o evidencias.

Pruebas o evidencias de la evolución biológica

EL REGISTRO FÓSIL

Los **fósiles** constituyen una "ventana" a través de la cual se pueden "observar" organismos, comportamientos, ambientes y relaciones de un pasado muy lejano. La **paleontología** es la disciplina científica que se ocupa del estudio de la vida pasada, y tiene en los fósiles su principal objeto de análisis.

Los fósiles tienen un importante valor desde el punto de vista visual: no dejan de sorprender a quienes los observan en un museo. Mas allá de eso, son una de las más fuertes evidencias de la evolución biológica y geológica. Permiten estudiar formas de vida del pasado, las características del medio donde habitaban y determinar condiciones y cambios ambientales pretéritos.

Hace ya mucho tiempo que el hallazgo de fósiles o evidencias de formas vida que existieron en épocas pasadas ha despertado el interés de la humanidad y puesto en discusión el origen de la diversidad biológica. Sin embargo, los fósiles no siempre fueron considerados pruebas de la evolución. Para los antiguos griegos eran piedras con formas animales o vegetales "impresas". Simplemente eran producto de caprichos o juegos de la naturaleza (*ludus naturae*).

Durante el siglo XVIII, los científicos comenzaron a comprender que los fósiles pertenecieron a formas de vida pasadas, pero creyeron que éstas pertenecían a gigantes, unicornios, cíclopes y dragones.

El gran salto conceptual sobre la procedencia de los fósiles lo dio George Cuvier (1769-1832), conocido como el "padre de la paleontología". Entre sus estudios, analizó restos de un organismo encontrado en el actual territorio de la Argentina, específicamente en el río Arrecifes, en Buenos Aires, al que denominó *Megatherium* y relacionó con los actuales perezosos.

Los fósiles son muy diferentes y variados. Generalmente, lo único que se conserva de los organismos son sus partes duras. Sin embargo, las partes blandas también pueden quedar "registradas" y constituir fósiles.

Los procesos que llevan a los organismos a su fosilización pueden ser de diferentes tipos:

- **conservación de la materia original**: las partes blandas se descompusieron y quedaron solo las duras o calcáreas, como los huesos, las valvas, el caparazón y los dientes;
- **sustitución del material original**: se descompusieron las partes blandas y las moléculas constituyentes de las partes duras fueron reemplazadas por moléculas de minerales del sedimento que cubre al organismo, como el sílice. Por ejemplo, los troncos "petrificados";
- **reemplazo de las moléculas de hidrógeno y de oxígeno por carbono**: es común en fósiles de vegetales y artrópodos;
- **relleno de las partes porosas por un mineral**: es la más común en los dinosaurios por la porosidad de sus huesos. En este caso, después de la descomposición de las partes blandas, los huesos fueron cubiertos por sedimentos y los poros se rellenaron con sus minerales;
- **fósiles incluidos en ámbar**: en algunas ocasiones, la resina de las coníferas cayó sobre insectos, arañas o pequeños anfibios y reptiles, que quedaron atrapados y preservados con sus partes blandas.



1. Lean el texto de esta página, observen las imágenes superiores y determinen el tipo de fosilización.
2. Observen la infografía de la página siguiente y escriban una breve explicación sobre el tipo de fosilización representado.

disolución de restos orgánicos en un sedimento consolidado: por ejemplo, se descompusieron las partes blandas de un mejillón y sus valvas, que caen en el fondo de un cuerpo de agua, se degradan y dejan una marca en el sedimento. También puede ocurrir que el lado interno de la valva se rellene de sedimentos y quede como molde.

icnitas: son los rastros de la actividad de algún organismo, por ejemplo, las huellas de dinosaurios, anidaciones, túneles dejados por gusanos, **coprolitos** o materia fecal fosilizada, y los **grastrolitos** o piedras del estómago de algún animal, pulidas por los jugos gástricos.

Para reconstruir la historia de un ambiente a partir de los fósiles, es fundamental conocer la antigüedad del mismo. La **datación**, nombre que recibe la técnica, puede ser **relativa** o absoluta.

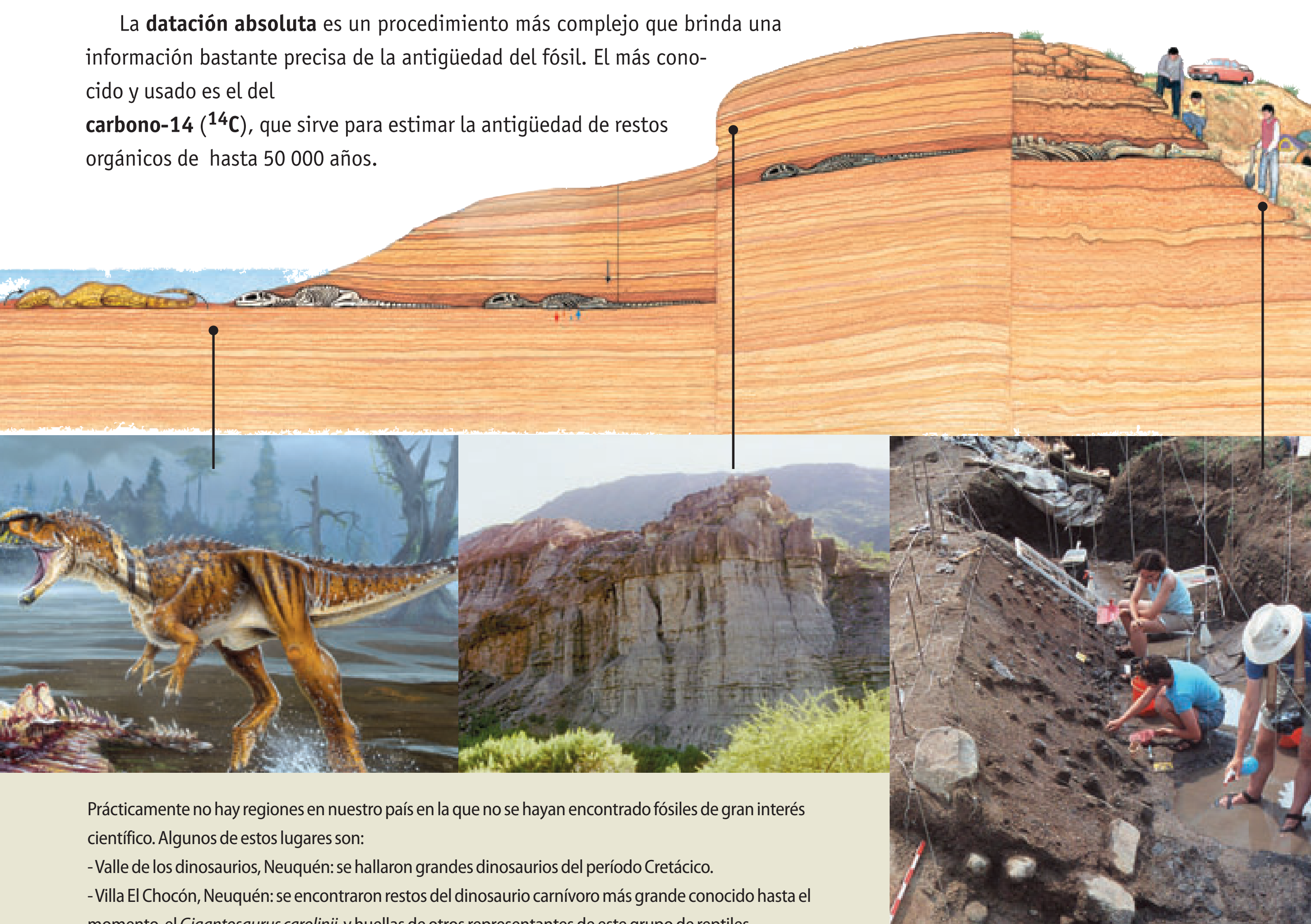
La **datación relativa** se calcula por la profundidad en que se encuentran los restos. Los fósiles de formas más antiguas se encuentran a mayor profundidad que los restos de las más recientes. A pesar de no ser muy rigurosa, los paleontólogos, usan frecuentemente esta técnica de datación.

La **datación absoluta** es un procedimiento más complejo que brinda una información bastante precisa de la antigüedad del fósil. El más conocido y usado es el del **carbono-14** (^{14}C), que sirve para estimar la antigüedad de restos orgánicos de hasta 50 000 años.

ACTIVIDADES

1. Busquen información sobre los estudios que se realizan en las disciplinas científicas denominadas paleoecología y paleoclimatología.

2. Busquen información sobre lugares de la Argentina donde se han encontrado restos fósiles y sobre la importancia del hallazgo.



Prácticamente no hay regiones en nuestro país en la que no se hayan encontrado fósiles de gran interés científico. Algunos de estos lugares son:

- Valle de los dinosaurios, Neuquén: se hallaron grandes dinosaurios del período Cretácico.
- Villa El Chocón, Neuquén: se encontraron restos del dinosaurio carnívoro más grande conocido hasta el momento, el *Gigantosaurus carolinii,* y huellas de otros representantes de este grupo de reptiles.
- Ischigualasto o Valle de la Luna, San Juan: se descubrieron fósiles de plantas y animales que vivieron antes de la aparición de los dinosaurios.
- Talampaya, La Rioja: se hallaron dinosaurios que datan de más de 250 millones de años.
- Sierra de las Quijadas, San Luis: se encontraron fósiles de plantas de más de 280 millones de años y uno muy particular de una araña gigante.

En 1947, el químico estadounidense Willard Frank Libby descubrió que una pequeña proporción del carbono de la atmósfera, contenido en las moléculas del gas dióxido de carbono (CO_2), es un isótopo radiactivo, el carbono-14 (^{14}C). Con el tiempo, estos átomos se desintegran y se vuelven no radiactivos.

El CO_2 que las plantas utilizan para la síntesis de glucosa, también es incorporado por los organismos heterótrofos cuando se alimentan de ellas. Por lo tanto, todos los organismos contienen una proporción de carbono radiactivo en su cuerpo.

Cuando un organismo muere, ya no hay incorporación de estos átomos y aquellos que constituyen su cuerpo, comienzan a desintegrarse.

En cualquier organismo, se estima que por cada 10^{15} átomos de carbono no radiactivos hay 1000 radiactivos. Entonces, si mediante técnicas específicas se establece que cierto fósil contiene 500 átomos radiactivos por cada 10^{15} no radiactivos, se calcula que su antigüedad es de 5700 años. Si, en cambio, la cantidad de átomos radiactivos es de 60 por cada 10^{15} entonces la edad del fósil es de 22 800 años.

Cuando la cantidad de átomos de carbono-14 en un fósil es inferior al 1%, el margen de error aumenta y ya no se considera fiable la técnica. Por esto la datación con ^{14}C sirve para medir solo hasta 50 000 años de antigüedad.

Para edades superiores se usan técnicas de datación absoluta que también se basan en la desintegración de materiales radiactivos. Ciertos materiales radiactivos se transforman en otros en un período conocido, al que se denomina **vida media**. Por ejemplo, el isótopo uranio-235 (^{235}U) se transforma en plomo-207 (^{207}Pb) en 713 millones de años. El potasio-40 (^{40}K), en cambio, se transforma en argón-40 (^{40}Ar) en 1300 millones de años.

Si se mide la cantidad de ^{235}U o de ^{40}K que tiene un fósil o una roca, es posible estimar su antigüedad.

ANATOMÍA COMPARADA

Pocas personas asegurarían que un delfín y una vaca son parientes cercanos. Sin embargo, al analizar los esqueletos de sus extremidades anteriores, se observa que hay una cantidad de piezas óseas muy similares entre sí. Este dato permitiría inferir orígenes comunes en los seres vivos y determinar lejanías entre ellos.



La correspondencia entre las extremidades delanteras de los vertebrados, como también la de otros órganos, se denomina **homología**. Algunas estructuras pueden ser muy diferentes entre sí, como la pata de una vaca y la aleta de un delfín. Sin embargo, su origen es el mismo. Se denominan **estructuras homólogas** aquellas que, aunque tienen los mismos orígenes, intervienen en actividades diferentes.

El plan estructural de las extremidades de los vertebrados se interpreta como una consecuencia del mismo origen y de un desarrollo común, al menos durante cierto período de tiempo. Desde esta interpretación, las homologías son evidencias importantes a favor de una teoría del parentesco entre especies.

Una golondrina y una mosca tienen alas, pero entre ellas no hay parentesco. Las alas de estos organismos tienen idéntica función, pero su origen y estructura son muy diferentes. Se denominan **estructuras análogas** las que participan en actividades similares, pero tienen orígenes distintos.

En ciertos organismos quedan restos de estructuras que en sus antecesores pudieron haber intervenido en alguna actividad, los **órganos vestigiales**. Por ejemplo, los científicos han encontrado restos de patas en las ballenas. Con este dato pudieron concluir que estos animales derivan de grandes organismos aeroterrestres con patas.

ACTIVIDADES

1. Entre los organismos ilustrados, determinen qué estructuras de desplazamiento son análogas entre sí y cuáles son homólogas entre sí.



Las patas de los caballos, las paletas de las focas, los brazos de los simios y la alas de los murciélagos son estructuras homólogas porque todas proceden de un plan estructural común.

EMBRIOLOGÍA COMPARADA Los resultados de los estudios comparativos entre las distintas formas de desarrollo embrionario de los vertebrados resultó otro aval para la teoría de la evolución.

Estos patrones comunes de desarrollo son prueba del parentesco de las especies. Es decir, la posibilidad de que diferentes especies hayan descendido de un antepasado común.

PRUEBAS BIOQUÍMICAS Otra evidencia de las relaciones entre las especies la aporta el análisis de sus constituyentes químicos. Todos los seres vivos están conformados y usan en su metabolismo los mismos tipos de sustancias químicas. Pero de todas ellas, la principal para determinar líneas de parentesco entre los organismos es el ADN.

El hecho de que todos los organismos posean un ADN constituido por los mismos cuatro tipos de nucleótidos y que el código para su funcionamiento sea único, es un indicio convincente del origen común de la vida.

Los medios tecnológicos desarrollados en el siglo XX permitieron determinar las secuencias de los genomas de muchos seres vivos. La comparación de esos estudios permitió precisar muchísimas relaciones de parentesco entre las especies.

SELECCIÓN ARTIFICIAL Si bien desde tiempos muy remotos los pastores, agricultores y ganaderos realizaron cruzas intentando mejorar su producción, las técnicas no fueron siempre iguales.

Como los jardineros, en muchas ocasiones los científicos cruzaron plantas de parentesco cercano y obtuvieron híbridos vegetales, es decir, organismos que no pueden dejar descendencia. Lo asombroso es que en algunos de esos trabajos experimentales se usaron sustancias químicas que estimularon la duplicación de los cromosomas, de modo que fuera viable la reproducción de los híbridos. Entonces, los individuos de la segunda generación podían tener descendencia pero, como eran cromosómicamente incompatibles con sus “abuelos”, no podían cruzarse entre sí: se había formado una nueva especie.

Con esta evidencia los científicos interpretaron que puede aparecer una nueva especie a partir de otra preexistente.

Origen de nuevas especies

Los individuos de las especies *Primula verticillata* y *Primula floribunda* poseen 18 cromosomas en sus células. Los científicos cruzaron individuos de esas dos especies y se obtuvo *Primula kewensis*, un híbrido poliploide de las anteriores (contiene 36 cromosomas en sus células) que puede dejar descendencia: una nueva especie. *Primula kewensis* fue la primera especie híbrida creada en laboratorio.

Esta técnica es muy usada hoy en día en agricultura y floricultura.

Se estima que la mayor parte de las plantas con flor se originaron por procesos evolutivos naturales similares a este.

Teorías de la evolución biológica

Las teorías antecesoras

En la historia de la humanidad, la pregunta sobre el origen de la biodiversidad ha contado con una gran cantidad y variedad de explicaciones. Una de las primeras fue del filósofo griego Aristóteles quien, hace 24 siglos, creía que la vida en la Tierra tuvo siempre las mismas características. Durante varios siglos las creencias dominantes fueron las llamadas **estáticas** o **fijistas**, porque conciben que los organismos se originaron con las mismas características que tienen en la actualidad. Las ideas aristotélicas, además de fijistas eran **creacionistas** porque atribuian el origen de la biodiversidad a un Creador.

ACTIVIDADES

1. Según el texto de Lamarck:
- ¿Cuál es la causa de los cambios en los seres vivos?
- ¿Cómo influye el ambiente sobre dichos cambios?

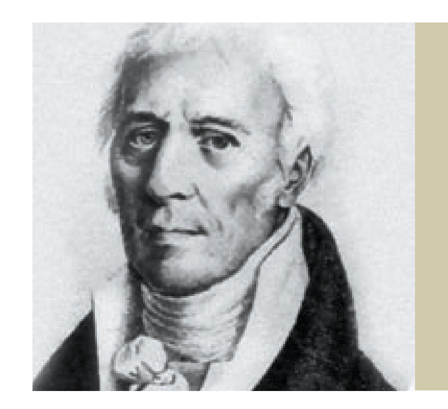
2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es una expresión lamarckiana? Expliquen cuál es la concepción sobre las adaptaciones en cada una de ellas.
- Tenemos manos para agarrar las cosas.
- Podemos agarrar las cosas porque tenemos manos.

3. Piensen y escriban nuevas afirmaciones que lleven implícitas las concepciones del punto anterior.

La idea de que la gran diversidad de seres vivos que hoy habitan la Tierra es producto de un proceso ocurrido a partir de otros seres vivos, es una "novedad" de hace poquísimos siglos.

Uno de los argumentos que fortalecieron la idea fijista sobre la **evolucionista**, fue aceptar que el planeta era muy joven. La edad de la Tierra fue calculada por los teólogos a partir del relato bíblico y se estimó en 6000 años aproximadamente. Pero en el siglo XVIII, el escocés James Hutton (1726-1797), fundador de la geología científica, aseguró que el planeta no se había formado de manera repentina, sino que era producto de sucesivos, continuos y graduales cambios a lo largo de mucho más de 6000 años (**teoría uniformista**).

En ese siglo, fueron pocos los que se animaron a declararse en contra del fijismo y, por lo tanto, a favor del proceso evolutivo de los seres vivos. En 1809 surgió uno de ellos: fue Jean Bapstiste Pierre Antoine de Monet (1744-1829), más conocido por su título de nobleza: caballero de Lamarck. Este naturalista francés estableció un hito en la historia de las ciencias cuando en su obra *Filosofía zoológica* explicó el origen de los seres vivos. Por ejemplo, explicó el origen de las patas palmadas de ciertas aves con las siguientes palabras:



El pájaro al que la necesidad atrae para que encuentre allí la presa, separa los dedos de las patas cuando quiere batir el agua y moverse por su superficie. La piel que une esos dedos por la base, adquiere por ello el hábito de extenderse. Así, con el tiempo, se forman, tal como las vemos, las grandes membranas que unen los dedos de los patos, las ocas, etcétera.

Mas, al que la manera de vivir habitúa a posarse en los árboles, tiene que acabar necesariamente con los dedos de las patas extendidos y conformados de un modo diferente. Las uñas se alargan, se aguzan y se curvan como ganchos para asir las ramas sobre las que se posa.

La teoría elaborada por Lamarck es **transformista** porque considera que los organismos se modifican para poder adaptarse a los cambios del ambiente. También se la considera una teoría **finalista** porque los cambios que Lamarck atribuye a los organismos estarían "orientados" hacia un mismo fin: el progreso.

Para Lamarck, el uso de determinada parte del cuerpo provocaría la aparición de una nueva característica, como las patas palmadas en las aves que pescan en la orilla de una masa de agua. Por el contrario, no usar una parte del cuerpo produciría su desaparición o atrofia. Además, Lamarck consideró que, una vez adquiridas, todas las adaptaciones se transmitían a la descendencia. El naturalista afirmaba que los seres vivos siempre evolucionan hacia formas más complejas y perfectas.

En síntesis, la **teoría de Lamarck** está basada en las siguientes ideas:

- las especies cambian con el tiempo y originan otras nuevas;
- entre los organismos hay una "fuerza vital" o cierto "deseo" que los induce a cambiar para tratar de "mejorar", dada alguna necesidad planteada por el ambiente; y
- todos los cambios que sufren los padres son transmitidos a sus hijos.

La teoría de Darwin

El 12 de febrero de 1809 nació en Inglaterra Charles Darwin. De joven, su espíritu inquieto y su afición por la naturaleza lo hicieron brillar en asignaturas como la geología y la zoología. En 1831, con 22 años, se embarcó en el *Beagle* al mando del capitán Fitz Roy para cartografiar las costas sudamericanas. En ese viaje Darwin tuvo una serie de "experiencias inspiradoras" que lo orientaron en la interpretación de los cambios en los organismos y en la publicación, 28 años después, de su teoría sobre la evolución de las especies.

Durante el viaje quedó impresionado por la biodiversidad de estas tierras, bastante diferente de la de su Inglaterra natal. En el Brasil observó loros, tucanes y aves multicolores que volaban sobre árboles de exóticos frutos. En la Argentina y el Uruguay encontró armadillos y fósiles de animales muy parecidos entre sí, pero estos últimos tenían hasta 7 m de largo. También descubrió fósiles marinos en la cordillera de los Andes.

En la travesía por el Pacífico, desembarcó en el archipiélago de las Islas Galápagos. Allí observó que en cada isla había tortugas de especies distintas, y que los navegantes podían distinguir en qué isla se encontraban con solo ver el tipo de tortuga que la habitaba. También observó unas pequeñas aves, los pinzones. Cada especie tenía su pico adaptado al tipo de alimento que consumía.

El hecho de que en cada isla hubiera una variedad de especies muy similares entre sí, aunque única para cada isla en particular, llevó a Darwin a pensar que todas las especies de pinzones procedían de una especie común, y que todas las especies de tortugas también derivaban de una misma especie.



En las islas Galápagos, los picos de unas pequeñas aves (los pinzones) inquietaron a Darwin. Observó que cada especie tenía picos adaptados a su hábito alimentario. Por ejemplo, aquellas aves que se alimentan de semillas duras, tienen picos con forma de pinza "pico de loro". Las que, en cambio, capturan insectos en vuelo, los tienen como finos alicates.

UN ECOSISTEMA ÚNICO

Estas islas se destacan por su vida animal que, debido al estado de aislamiento y a las ventajas del clima cálido, incluye numerosas especies endémicas (exclusivas del lugar).

ALCATRAZ PATIAZUL
Sula nebouxii

TUNA
Pueden alcanzar hasta los 12 metros de altura.

IGUANA TERRESTRE
Conolophus subcristatus
Pueden vivir más de 60 años. Está en peligro de extinción debido a los perros, cerdos y ratas.

FRAGATA
Fregate minor
Poseen una vista excelente que les permite ver a sus presas desde largas distancias.

IGUANA MARINA
Amblyrhinchus cristatus
Es la única iguana que se alimenta bajo el agua. Una vez al día se vale de sus garras para conseguir algas marinas.

LEÓN MARINO DE LAS GALÁPAGOS
Zalophus wollebaeki
Se muestra en las orillas, alrededor de las pangas (pequeñas embarcaciones). Hay más de 50 mil.

CORMORÁN ÁPTERO
Nannopterum harrisi

PINGÜINO DE LAS GALÁPAGOS
Spheniscus mendiculus
Tiene 53 cm de alto.
Se alimenta de peces y crustáceos.

PINZÓN PEDESTRE GRANDE
Geospiza magnirostris
Existen 14 subespecies, de las cuales 13 viven en estas islas.

TORTUGA GIGANTE O GALÁPAGOS
Geochelone elephantopus

Vida promedio	200 años
Peso	250 / 300 kg.
Alimentación	Cactos, frutas, hierbas

Aprovecha muy bien los alimentos y el agua por lo que puede vivir un año sin ellos.

1,50 metros
1,80 metros
2,50 metros

DIFERENTES ESPECIES

G. e. phantasticum
Extinguida

G. e. abingdoni
En 1994, solo un macho.

G. e. porteri
Abundante.

G. e. vandenburghi
Abundante.

G. e. darwinii
Entre 500 y 700.

G. e. chathamensis
Entre 500 y 700.

G. e. ephippium
Entre 150 y 200.

G. e. wallacei
Extinguida.

G. e. hoodensis
Menos de 50.

Otro evolucionista

Mientras Darwin dicidía si publicaba o no su teoría sobre la evolución de las especies, recibió una carta de un joven naturalista Alfred Russel Wallace.
En la carta Wallace le comentaba haber llegado a ciertas conclusiones a partir de sus observaciones en el archipiélago malayo.
Grande fue la sorpresa de Darwin cuando leyó esa carta: el joven había llegado a sus mismas conclusiones.
Así fue como decidió entonces publicar junto a Wallace un escrito donde sintetizaban los aspectos relevantes de la evolución por selección natural.

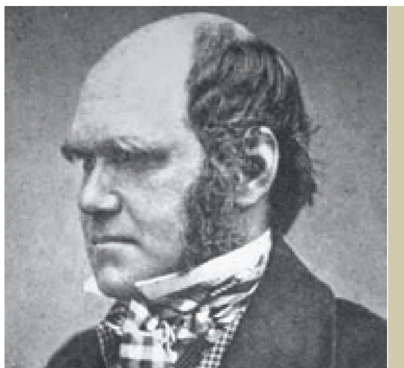
Además de las observaciones realizadas durante el viaje, otros "elementos inspiradores" fueron las lecturas que realizó de los libros *Principios de geología*, de Lyell y *Ensayo sobre el principio de la población*, de Malthus.

En el libro del geólogo inglés Charles Lyell (1797-1875) leyó que el relieve terrestre es el resultado de una serie de procesos y fuerzas que actuaron en el pasado del planeta y que continúan manifestándose en la actualidad. Esta docrina se conoce como **uniformismo**.

En esa obra, Lyell afirmaba que los fósiles hallados en los estratos más superficiales del suelo se parecerían más a los organismos actuales. Asimismo, pensaba que cuanto más profundos fueran los estratos, menos se parecerían los fósiles a las especies contemporáneas.

En la obra del economista inglés Malthus (1766-1834) leyó que en las poblaciones humanas el incremento demográfico es mayor que el crecimiento de los recursos alimentarios. En el texto Malthus proponía que las únicas alternativas que compensarían este desequilibrio eran las catástrofes naturales, las pestes, las hambrunas y las guerras.

Darwin interpretó que, como Lyell proponía para la superficie terrestre, también los organismos cambian gradual y permanentemente. Asimismo, trasladó la conjetura de Malthus a las poblaciones de animales y vegetales y propuso que si de cada especie nacen muchos individuos, entonces solo sobrevivirían aquellos organismos que resultaran más aptos para contrarrestar las exigencias del medio y para obtener alimentos.



Charles Darwin (1809-1882). El viaje con el *Beagle* duró 5 años. A su regreso a Inglaterra, una abundante herencia permitió que Darwin se despreocupara de los asuntos financieros y se dedicara por entero a la biología.

> *"Como de cada especie nacen muchos más individuos de los que pueden sobrevivir, y como en consecuencia hay una lucha por la vida, que se repite frecuentemente, se sigue que todo ser, si varía, por débilmente que sea, de algún modo provechoso para él bajo las complejas y a veces variables condiciones de vida, tendrá mayor probabilidad de sobrevivir y de ser así naturalmente seleccionado. Esta conservación de las diferencias y variaciones favorables de los individuos y la destrucción de las que son perjudiciales es lo que yo he llamado selección natural."*
>
> Charles Darwin, *El origen de las especies*, Ediciones Libertador, Argentina, 2003.

Equilibrio y reproducción

En su vida, una pareja de arenques puede depositar 200 000 huevos; una de ranas verdes, 10 000; y una de moscas, 1000.
Durante su existencia, una planta de amapola puede producir 100 000 semillas; y una de tabaco, 360 000.
Sin embargo, la Tierra no está cubierta de arenques, ranas verdes, moscas, amapolas y tabaco.
Este hecho hizo conjeturar a Darwin que de la sobreproducción de organismos, solo algunos pueden sobrevivir.

Darwin regresó a Inglaterra en 1836, con una gran cantidad de datos y especímenes para estudiar. Dio forma a sus observaciones, ideas y anotaciones y, en 1859, publicó un libro en el que formuló su teoría sobre la evolución de los organismos: *El origen de las especies*.

Las hipótesis principales que plantea en la obra son:

- Hipótesis 1: El número de individuos de una especie en un hábitat cerrado y acotado (por ejemplo una isla) no puede superar cierto valor límite, debido a la restricción que impone lo limitado de los recursos disponibles.
- Hipótesis 2: En dicho hábitat cerrado, las especies se cruzan entre sí (en forma endogámica), diferenciándose de otras especies similares por la imposibilidad del cruzamiento.
- Hipótesis 3: Si en las condiciones de la hipótesis 1 la población supera el valor de crecimiento que le permite la reserva alimentaria, se produciría una competencia o lucha por la existencia entre los individuos.
- Hipótesis 4: En una especie, sobrevivirán únicamente los individuos que posean características favorables en la competencia por el alimento (**supervivencia del más apto**).
- Hipótesis 5: La descendencia de dos individuos de una especie presenta variaciones, es decir, características hereditarias no presentes en los padres, algunas de las cuales son favorables para la supervivencia y otras no.

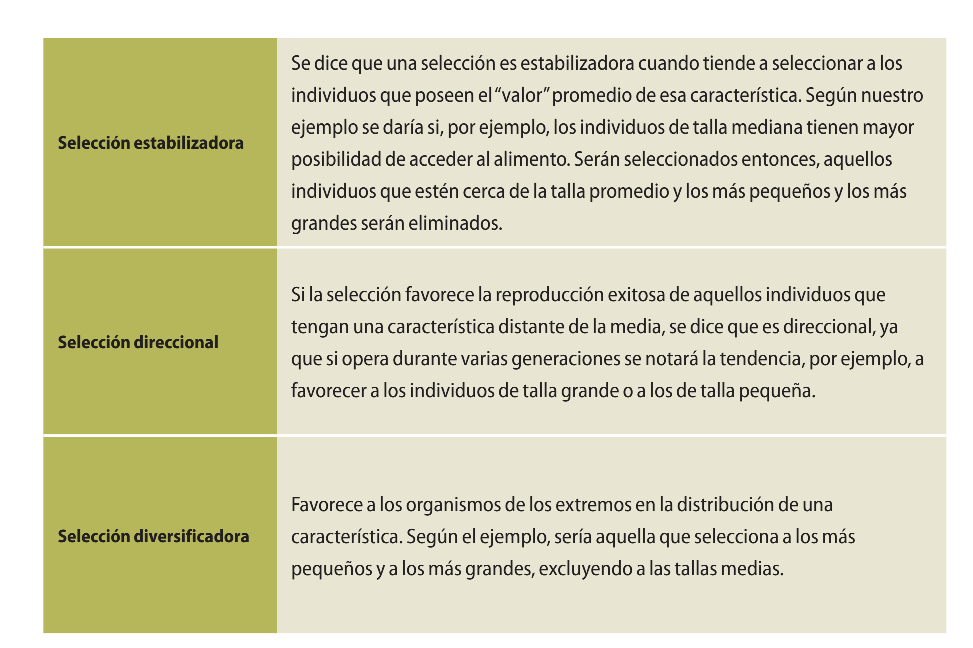
▮ Hipótesis 6: La proporción de individuos que heredan características favorables para la supervivencia aumenta en las sucesivas generaciones (**selección natural**).

▮ Hipótesis 7: La evidencia que proporcionan las pruebas paleontológicas y geológicas es fragmentaria e insuficiente para reconstruir la historia de la evolución de los organismos. En el primer caso debido a la destrucción de la materia orgánica, en el segundo caso a causa de la desaparición de estratos originados por terremotos, erupciones volcánicas.

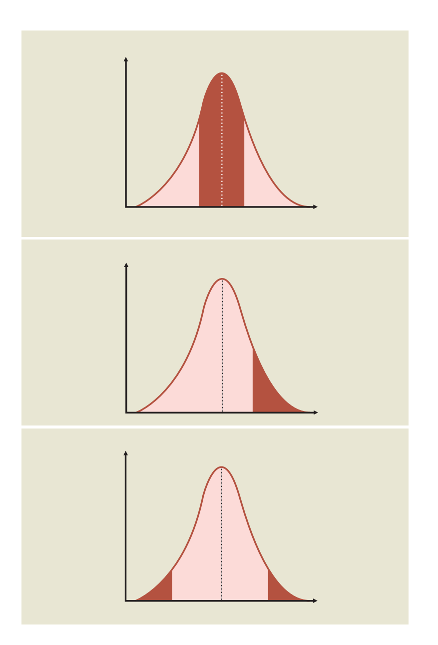
SELECCIÓN NATURAL

En los organismos de una población se pueden presentar innumerables características tales como la altura, el peso, la cantidad de años que viven los individuos, etcétera.

Si consideramos, por ejemplo la talla o tamaño, podemos encontrar diversos tamaños de individuos. De acuerdo a la forma en que opera la selección es posible reconocer tres tipos o modalidades básicas:



Selección estabilizadora	Se dice que una selección es estabilizadora cuando tiende a seleccionar a los individuos que poseen el "valor" promedio de esa característica. Según nuestro ejemplo se daría si, por ejemplo, los individuos de talla mediana tienen mayor posibilidad de acceder al alimento. Serán seleccionados entonces, aquellos individuos que estén cerca de la talla promedio y los más pequeños y los más grandes serán eliminados.
Selección direccional	Si la selección favorece la reproducción exitosa de aquellos individuos que tengan una característica distante de la media, se dice que es direccional, ya que si opera durante varias generaciones se notará la tendencia, por ejemplo, a favorecer a los individuos de talla grande o a los de talla pequeña.
Selección diversificadora	Favorece a los organismos de los extremos en la distribución de una característica. Según el ejemplo, sería aquella que selecciona a los más pequeños y a los más grandes, excluyendo a las tallas medias.



Ciertas especies tienen un marcado dimorfismo sexual. En los pavos reales, por ejemplo, la hembra no es llamativa y el macho posee un plumaje muy vistoso.

En términos evolutivos se podría decir que la atractiva apariencia de los machos es un factor negativo, ya que podrían ser ubicados fácilmente por sus depredadores. Sin embargo, Darwin elaboró una explicación para este fenómeno: para aparearse las hembras "eligen" los machos más vistosos. Por eso, los machos con plumajes más "ostentosos", son adaptativamente más ventajosos y, por lo tanto, son seleccionados positivamente. Este fenómeno fue denominados por Darwin selección sexual.

La **selección sexual** también ocurre en algunos insectos, mamíferos con cuernos y astas, algunos primates, etcétera.



Dimorfismo sexual del pavo real.

La teoría sintética

En la formulación de su teoría, Darwin no pudo explicar los procesos de la herencia que permiten transferir características hereditarias.

El redescubrimiento de los escritos de Mendel en 1900, y los posteriores estudios de la ecología y la genética de las poblaciones, aportaron evidencias para que se constituyera un nuevo movimiento científico denominado **neodarwinismo**.

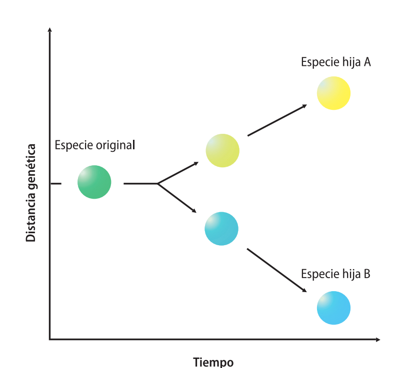
Para los nuevos defensores de la teoría darwiniana, las especies surgen de forma gradual a medida que unas variaciones genéticas predominan sobre las otras.

En 1950, este movimiento tuvo su momento cumbre cuando el biólogo Theodosius Dobzhansky, los zoólogos Ernst Mayr y Julian Huxley, y el paleontólogo George Simpson, formularon la teoría sintética de la evolución (TSE).

Esta teoría es el resultado de un trabajo interdisciplinario que integra ideas de Mendel, Darwin y Wallace.

La TSE sistematiza las siguientes ideas:

- los nuevos caracteres se originan por mutaciones;
- la selección natural actúa sobre los fenotipos; y
- los genes mutados modifican las reservas génicas de una población.



Modelo que representa la especiación a través del tiempo.

ESPECIACIÓN Se denomina **especiación** el proceso por el cual surge una nueva especie. Darwin no llegó a explicar por completo este concepto pero sentó las bases para sus seguidores. Si bien resulta muy difícil determinar el momento en que se origina una nueva especie, la mayoría de los científicos coincide en que una especie ha dado origen a otra cuando las poblaciones resultantes no pueden cruzarse entre sí, aun viviendo en el mismo territorio. En ese momento se considera que el genotipo de ambas poblaciones ha cambiado al punto de ser incompatibles: se originó una nueva especie.

Los factores que pueden impedir el cruzamiento de ambas especies son: adaptaciones, aspectos y/o comportamientos distintos entre sí, procreación en etapas del año diferentes; células sexuales incompatibles; y descendencia estéril.

Los Mlabri

Los Mlabri conforman una comunidad de alrededor de 300 personas que habitan las selvas del norte de Tailandia.

Los testimonios de tribus vecinas afirman que esta población fue originada por un niño y una niña abanbonados por una comunidad nómada.

Las pruebas genéticas efectuadas recientemente mostraron una altísima frecuencia de muchos de sus genes de la pequeña población.

MICROEVOLUCIÓN Cuando por alguna causa, como por ejemplo la selección natural, se modifican las frecuencias génicas de una población, se dice que ha actuado un **proceso microevolutivo.**

La inmigración y la emigración pueden provocar un cambio en las frecuencias génicas de una población: son procesos microevolutivos.

A los procesos microevolutivos en los cuales las frecuencias génicas cambian solo por acción del azar, es decir de manera aleatoria, se los denomina **deriva génica**.

Un caso especial y muy evidente de deriva génica es el denominado **efecto fundador**. Se observa cuando un pequeño grupo de individuos es separado de una población, y al reproducirse, se establece otra nueva con características génicas muy particulares.

En algunas poblaciones suelen ocurrir notables disminuciones del tamaño poblacional, con lo cual hay pérdida de alelos. Este proceso se denomina **cuello de botella**.

MACROEVOLUCIÓN Así como la microevolución estudia los cambios de frecuencias génicas, a veces imperceptibles, la **macroevolución** se dedica a analizar y comprender los cambios a gran escala.

Para Darwin primero, y para los neodarwinistas después, los grandes cambios evolutivos se dieron por la suma de los pequeños, es decir, la especiación es el resultado de la sumatoria de pequeños cambios microevolutivos.

Explicaban la ausencia de registro fósil que diera cuenta de la secuencia en la especiación argumentando que en algún momento aparecería la pieza o el eslabón faltante en la "cadena" evolutiva. Sin embargo, existen pruebas paleontológicas que evidencian la inexistencia de estos elementos faltantes: simplemente no existieron.



Modelo que representa la explicación saltacionista de la macroevolución. Las nuevas especies surgen como consecuencia de cambios bruscos y repentinos.

En la actualidad hay dos posturas diferentes para explicar la macroevolución:

- la **gradualista**: explica que ocurrió por pequeños cambios que se acumularon en el tiempo; y
- la **saltacionista** o de los **equilibrios puntuados**: explica que ocurrió por cambios bruscos y repentinos.

La teoría de los equilibrios puntuados afirma que las formas intermedias entre un grupo y otro no existen, y gran cantidad de estudios paleontológicos dan cuenta de esto.

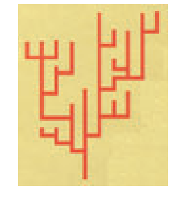


Modelo que representa la explicación gradualista de la macroevolución. Las nuevas especies aparecen por cambios lentos y graduales.

Estas secuencias, que generalmente son de invertebrados marinos fósiles, son muy completas y muestran ejemplares a lo largo de millones de años. En ellas se observa que existen cambios sutiles, pequeños y erráticos, sin dirección. Sin embargo, las nuevas especies se originan de modo súbito y brusco; irrumpen en las secuencias de fósiles, mostrando cambios muy importantes en la morfología. No hay que olvidar que cuando se habla de "aparición brusca" o "súbita", estamos hablando en tiempo geológico, y eso comprende generalmente miles y miles de años.

Cuando se analiza el registro fósil se advierte que hay largos períodos de pequeños cambios, irrelevantes, a los que se denomina períodos de **estasis** (o de quietud) y otros períodos, muy cortos, en los que hay grandes cambios. Para la teoría de los equilibrios puntuados, es justamente en estos cortos períodos donde aparecen nuevas especies.

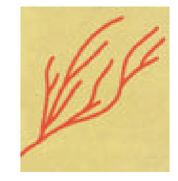
En síntesis, para la teoría hay dos tipos de cambios en la historia evolutiva. Por un lado los pequeños, los de "ajuste fino" en la interacción organismo-ambiente a través de la selección natural y que ocurren todo el tiempo, llamados **anagénesis**.



Modelo que representa relaciones de parentesco entre especies surgidas por cambios bruscos y repentinos.

Por otro, los grandes cambios, puntuales y rápidos, aquellos que originan nuevas especies, llamados **cladogénesis**.

Para completar la idea de "grandes cambios", además de la cladogénesis es necesario analizar otros procesos. Por ejemplo, las **extinciones en masa**, es decir, la desaparición ocurrida en un relativamente corto período de un gran número de grupos (órdenes, familias, etcétera). Además, otro evento de importancia y opuesto al anterior es el de **radiación adaptativa,** que implica la aparición de muchas especies a partir de las sobrevivientes de las extinciones en masa.

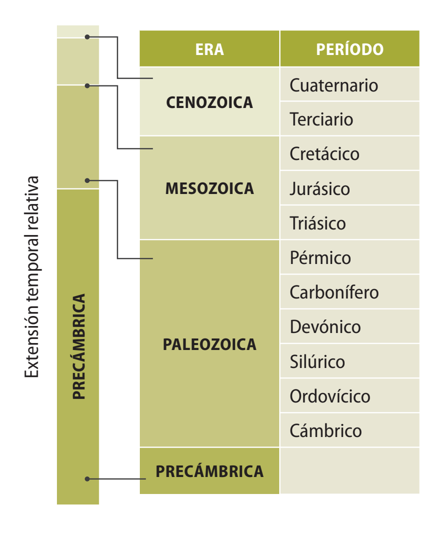


Modelo que representa las relaciones de parentesco de especies surgidas por cambios lentos y graduales.

El **cladismo** es la forma de clasificar a los seres vivos por su parentesco. En el establecimiento de estas relaciones de parentesco se intenta reconstruir la historia de la vida.

Hay seres vivos, como las bacterias, que se encuentran en la Tierra desde los orígenes mismos de la vida. Otros, de reciente aparición, se han extinguido. El hecho de ser "nuevo" no es sinónimo de "mejor"; tampoco ha habido "progreso" en ello, simplemente se trata de una diversificación, que de hallar el ambiente adecuado, prospera y de lo contrario, se extingue.

Los estudios de ADN comparado entre las especies ayudan notablemente a establecer parentescos y por ende a la elaboración de los cladogramas. El cladismo, por lo tanto, intenta reflejar la evolución.



ERA	PERÍODO
CENOZOICA	Cuaternario
	Terciario
MESOZOICA	Cretácico
	Jurásico
	Triásico
PALEOZOICA	Pérmico
	Carbonífero
	Devónico
	Silúrico
	Ordovícico
	Cámbrico
PRECÁMBRICA	

La colonización del medio aeroterrestre

Desde las primeras formas de vida hasta la biodiversidad actual, no solo pasaron millones de años sino, también, han sucedido muchísimos cambios en los organismos.

En el difícil camino desde un ambiente acuático hacia uno aeroterrestre, el ambiente ha presentado problemas a los organismos y la selección natural fue dando paso a las nuevas y ventajosas adaptaciones, manteniendo las neutras y desechando las perjudiciales.

Uno de los principales problemas que presenta esta transición es la deshidratación.

Los primeros heterótrofos colonizadores de la tierra no hubieran subsistido munidos de unas replegadas y delgadas branquias para el intercambio gaseoso. Tampoco hubiera sobrevivido su descendencia, si tuvieran que desarrollarse dentro de huevos cubiertos por delicadas membranas.

Los insectos fueron los primeros heterótrofos multicelulares que "salieron" del agua. En estos organismos, la selección natural "aprobó" la aparición de la respiración traqueal y de huevos revestidos por una capa impermeable al agua. Posteriormente, los anfibios "estrenaron" la respiración pulmonar, pero solo pudieron desvincularse del medio acuático en su etapa adulta. En los reptiles, el mantenimiento y "mejoramiento" de la respiración pulmonar, y la producción de huevos cubiertos por una gruesa cáscara, hizo que aventajaran evolutivamente a sus antecesores anfibios.

Los primeros colonizadores fotoautótrofos multicelulares también debieron "enfrentarse" al problema de la deshidratación, el soporte y la condución de los nutrientes.

La absorción de agua y nutrientes a través de toda la superficie del cuerpo y una reproducción en la que las gametas "nadan" hasta que se encuentran y fusionan son adaptaciones favorablemente seleccionadas para los vegetales acuáticos. En los vegetales colonizadores, por el contrario, la selección natural favoreció la aparición de una envoltura impermeable y la conducción del agua y los nutrientes a través de un complejo sistema de vasos. Estas son adaptaciones favorablemente seleccionadas para los vegetales aeroterrestres.

Otro de los problemas que plantea la transición del ambiente acuático al aeroterrestre es la posibilidad del movimiento. Sostenerse y desplazarse sobre la superficie terrestre requiere disponer de estructuras esqueléticas que puedan contrarrestar la gravedad. En los vegetales, el problema del sostén se resolvió con la adquisición de estructuras de celulosa que conformaron cuerpos firmes.



Sistematización de las adaptaciones seleccionadas naturalmente en la "conquista biológica" del medio aeroterrestre.

Evolución biológica y cultural de la especie humana

La historia de la ciencia ha revelado el papel que la humanidad ha tenido en diferentes épocas.

Sigmund Freud llamó “heridas narcisistas” a ciertas revelaciones de la ciencia. Para él, la "primera herida" ocurrió en el siglo XVI, cuando Copérnico enunció su modelo heliocéntrico y sacó a la Tierra del centro del sistema planetario. Difícil fue para la gente de la época concebir que solo era un ser diminuto en un pequeño planeta que gira alrededor del Sol.

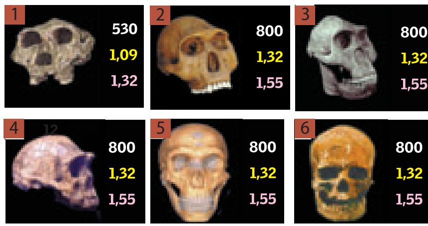
Una "segunda herida" fue comprender que la evolución de la humanidad es incierta y que no tiene asegurado un viaje hacia la perfección, sino que en ella opera el mismo proceso que dio origen a la diversidad biológica.

Si bien los paleontólogos no están de acuerdo en cuáles fueron nuestras relaciones evolutivas con los homínidos extinguidos, están todos de acuerdo en que es un error creer que la humanidad desciende de simios similares a los gorilas o los chimpancés. Ellos creen que el grupo de los homínidos y los simios se separaron de un antepasado común hace aproximadamente entre 6 y 8 millones de años y que la humanidad se desarrolló hace solo 120 mil años.

Uno de los homínidos más antiguo es el *Ardipithecus ramidus*, descubierto en Etiopía. Se calcula que vivió hace unos 4,4 millones de años. Los ardipitecinos serían bípedos y podrían mover los ojos hacia arriba. Ambas adaptaciones les habría facilitado observar por encima de la vegetación y detectar predadores y presas. De este grupo pudo derivar el de los australopitecidos.

Los *Australopithecus afarensis*, vivieron hace 3,9 y 3 millones de años. Tenían la pelvis y los huesos de las piernas muy parecidos a los humanos. El hallazgo más famoso de este grupo fue Lucy, encontrada en Etiopía en 1974, de quien los expertos suponen que tenía 25 años cuando murió.

Otros autralopitecidos fueron los *Autralopithecus africanus*, que vivieron entre 3 y 2 millones de años atrás. Como los afarensis, los africanus también tendrían andar bípedo, pero eran de mayor talla y sus dientes eran similares a los humanos.



1. *Australopithecus robustus*
2. *Homo rudolfensis*
3. *Homo habilis*
4. *Homo erectus*
5. *Homo neanderthalensis*
6. *Homo sapiens*

000	Cavidad craneal (cm3)
0,00	Estatura hembras (m)
0,00	Estatura machos (m)

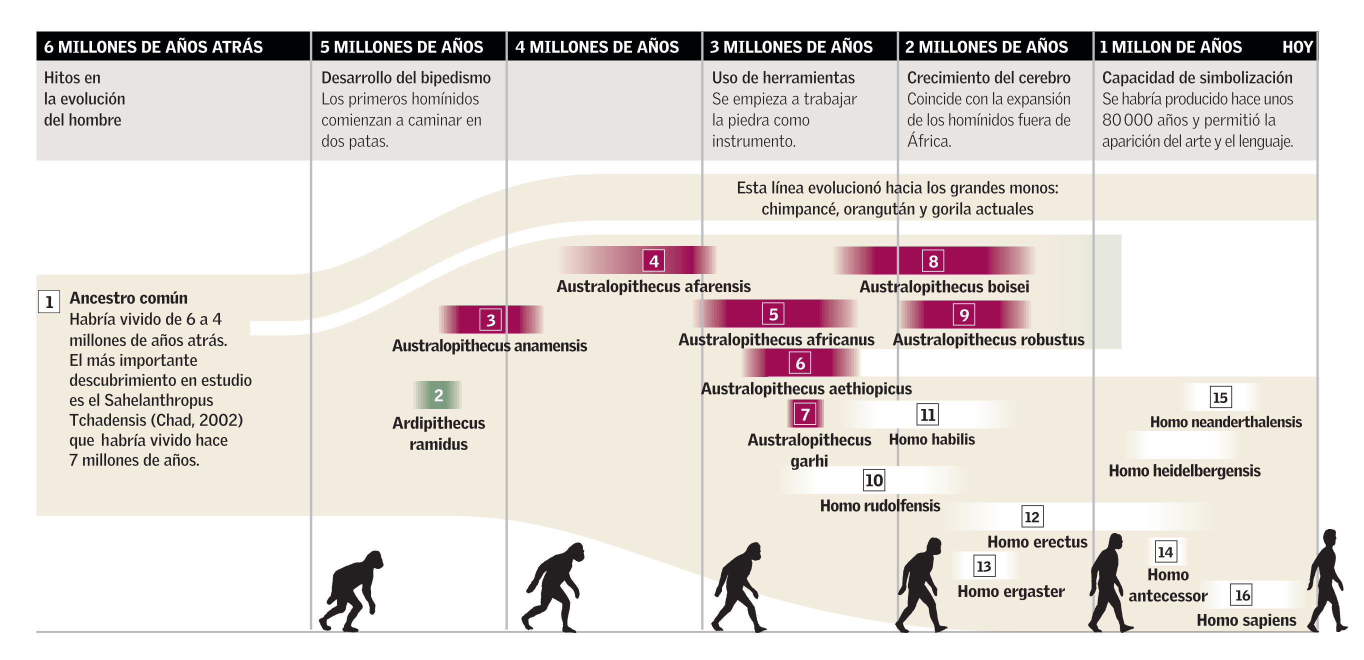


1. Detecten en el texto de la página anterior las palabras entre comillas. ¿Por qué creen que se las señaló de esa manera?

2. Escriban textos donde expliquen la aparición de:

- los huesos neumáticos y sacos aéreos en las aves;
- la fecundación interna; y
- la endotermia.

3. Busquen información sobre la era y el período en que aparecieron los primeros insectos, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, plantas terrestres, coníferas y angiospermas.



Hace unos pocos años, se hallaron otros *Australophitecus* más antiguos, como *A. ramidus* de 4,5 millones de años (considerado hasta ahora el más antiguo antecesor del hombre hallado) y *A. garhi* que vivió hace 2,5 millones de años. Se hallaron también en los últimos 15 años otros Australophitecus con variadas antigüedades: *A. boisei*, *A. robustus*, *A. aethiopicus*.

La posición erguida de todos estos ancestros de los humanos pudo ser una ventaja adaptativa sobre los grupos que no la poseían que les permitió dejar mayor cantidad de descendencia que aquellos.



1. Elaboren un cuadro para sistematizar la información sobre nuestros posibles antecesores.

2. Copien la trama conceptual de la página 315 y agréguenle los conectores adecuados para relacionar los conceptos.

Se cree que a partir del *Australophitecus* en algún momento evolucionó *Homo habilis*, que vivió hace unos 2 millones de años y tuvo la capacidad de manejar herramientas y muy probablemente también dispondría de un lenguaje rudimentario.

También de los australopitecidos pudo haber surgido *Homo erectus*, que existió entre 1,8 millón y 300 000 años atrás. Este grupo habría contado con un modo más eficiente para caminar, muy similar a la marcha de los humanos, y supuestamente usó el fuego. De este grupo se encontraron individuos en África, Asia y Europa, lo cual permite deducir la migración desde África hacia el resto del mundo.

Para algunos paleontólogos, *Homo erectus* dio origen a *Homo sapiens* pero para otros, se extinguió antes de su aparición.

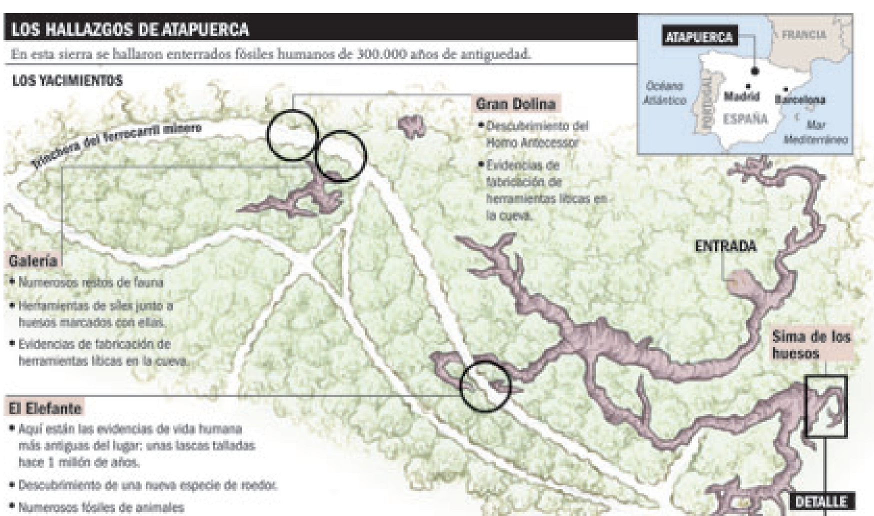


Este último se conoce como el "hombre de Neanderthal", encontrado por primera vez en el valle Neander, en Alemania. De él habría evolucionado el *Homo sapiens sapiens*, u hombre actual, hace 120 000 años. Esta propuesta se basa en los numerosos restos hallados hace muy poco en las cuevas de Atapuerca, en Burgos, España.

Los fósiles encontrados en estas cuevas, de entre 300 000 y 800 000 años de antigüedad, permitieron interpretar que en esa época los hombres ya despedían a sus muertos con rituales especiales.

La Sima de los huesos es una cavidad de 15 m^2 y una profundidad de 4 m. Por el momento se han encontrado allí cerca de 3000 fósiles de 32 individuos preneandertales de todas las edades que fueron depositados allí hace aproximadamente 300 000 años. Se calcula que por el momento se han extraído solo un tercio de los individuos qua hay allí.

Otro sitio de excavación, lindero con el anterior, es Gran Dolina, donde en 1994 se encontraron fósiles de *Homo antecessor*, los restos humanos más antiguos de toda Europa, al menos por el momento. Allí han encontrado también herramientas de piedra que supuestamente fabricarían estos hombres. *Homo antecessor* podría ser el nexo entre los neandertales y el hombre actual.



Este modelo presentado es solo el de una de las propuestas acerca del origen del hombre. Existen otras que no dejan de ser válidas, ya que todos los casos faltan algunos fósiles que puedan completar la secuencia. Los paleontólogos trabajan en diferentes proyectos a la búsqueda de esos restos para completar el posible rompecabezas.

PRUEBA DE MANEJO: FORD ECOSPORT 4WD

Una lograda evolución para ingresar al mundo del todoterreno

Fácil de manejar y con buen desempeño off road. Es ideal para combinar ciudad con aventura.

CLARIN.COM || **EL PAÍS** || 23 DE MAYO DE 2004

ANUNCIAN OBRAS DE ENTRE 3.500 Y 4.000 MILLONES DE PESOS ANUALES

El Gobierno monitorea de cerca la evolución del dólar en Brasil

Lo admitió el ministro de Planificación Federal, Julio de Vido. Sin embargo, el funcionario criticó en muy duros términos a los analistas económicos que ahora predicen un crecimiento cercano a cero en la Argentina.

CLARIN.COM || **SUPLEMENTO COUNTRIES** || 27 DE AGOSTO DE 2005

HISTORIA: LOS PRIMEROS COUNTRIES

Un sueño de visionarios

En 1930, con la inauguración de Tortugas, comienza el desarrollo de los countries en Argentina. Las características de las primeras urbanizaciones cerradas y su **evolución** en el tiempo.

CLARIN.COM || **SUPLEMENTO RURAL** || 20 DE AGOSTO DE 2005

LOS 60 AÑOS DE CLARIN: LA **EVOLUCION** DE LA AVICULTURA

Y llegaron los “parrilleros”

En apenas 60 años, el consumo de pollos pasó de 3 kg por habitante, a los 25 actuales. Y ahora se exporta a 52 países.

CLARIN.COM || **SUPLEMENTO RURAL** || 13 DE AGOSTO DE 2005

EL CONGRESO DE AAPRESID: IMPACTO DE LAS PRACTICAS AGRICOLAS

Una cuestión de calidad

Técnicos argentinos presentaron una “valija de campo” que evalúa la salud del suelo y hace un seguimiento de su **evolución**.



1. Lean el texto de la página 327 y comparen el sentido que se da en estos titulares al término “evolución”.
2. ¿Qué es más “evolucionado” un elefante que una bacteria?
3. Escriban un texto explicativo sobre la siguiente afirmación de Stephen J. Gould:
La selección natural es un principio de adaptación local, no de progreso general. No es la única causa del cambio evolutivo.
4. Si tenemos en cuenta la evolución de la vida a partir de una célula procariota ¿creen que la vida se desarrollaría de la misma manera si se volviera al momento preciso del origen de dichos organismo? ¿Por qué?
5. Expliquen la siguiente afirmación:
El largo período de vida exclusivamente unicelular en la Tierra cuestiona la idea de progreso.
6. ¿Por qué es refutable la afirmación de superioridad de los mamíferos sobre los dinosaurios?

ÍNDICE ALFABÉTICO TEMÁTICO

BIBLIOGRAFÍA

Alberts,B. *Biología molecular de la célula*, Barcelona, Omega, 2004.

Audesirk, T.; Audesirk, G.; Byers, B. E. *Biología. La vida en la Tierra*, México, Prentice Hall, 2003.

Baker, J. y Allen, G. *Biología e investigación científica*, México, Fondo Educativo Interamericano, 1970.

Barahona, A. *El hombre de las moscas, Thomas H. Morgan*, México, Dirección General de Publicaciones del CNCA/Pangea, 1992.

Begon, M; Harper, J; Towsend, C. *Ecología, individuos, poblaciones y comunidades*, Barcelona, Omega, 1997.

Calsamiglia, H.; Tuson, A. *Las cosas del decir*, Barcelona, Ariel, 1999.

Campbell, Neil A. *Biología: conceptos y relaciones*, México, Pearson Educación, 2001.

Cases i Associats, S. A. *Enciclopedia Visual de la Ecología*, Buenos Aires, Clarín AGEA, 1996.

Curtis, H.; Barnes, S. *Biología*, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1997.

Darwin, C. *El origen de las especies*, Barcelona, Omega, 1980.

Dobzhansky, T.; Ayala, F. J.; Stebbins, G. L.; Valentine, J. W. *Evolución*, Barcelona, Omega, 1983.

Gallardo Cabello, M. *Atrapados en la doble hélice. James Watson y Francis Crick*, México, Dirección General de Publicaciones del CNCA/ Pangea, 1991.

Gould, S. J. *El pulgar del panda,* Barcelona, Crítica, 1994.

Lazcano, A. *La chispa de la vida. Alexander I. Oparin*, México, Dirección General de Publicaciones del CNCA/Pangea, 1992.

Lemke, J. L. *Aprender a hablar ciencias: lenguaje, aprendizaje y valores*, Barcelona, Paidós, 1997.

Lenhinger, A. L. y Nelson, D. L. *Principios de Bioquímica*, Barcelona, Omega, 1995.

Purves, W. K. y otros. *Vida, la Ciencia de la Biología*, México, Editorial Médica Panamericana, 2003.

Ruy Pérez, T. *El concepto de enfermedad. Su evolución a través de la historia*. Tomos I y II, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Solomon, E. P. y otros. *Biología*, México, Interamericana McGraw-Hill, 2001.

Strickberger, M. *Evolución*, Barcelona, Omega, 1988.

Watson, J. *La doble hélice*, Madrid, Alianza Editorial, 2000.